



TUGAS AKHIR - KS141501

**PERAMALAN KONSUMSI MINYAK BUMI DI
INDONESIA DENGAN METODE ARTIFICIAL
NEURAL NETWORK (ANN)**

***FORECASTING OF CRUDE OIL CONSUMPTION
IN INDONESIA USING ARTIFICIAL NEURAL
NETWORK (ANN) METHOD***

Dessy Puspa Sari
NRP 5212 100 181

Dosen Pembimbing:
Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

JURUSAN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

TUGAS AKHIR - KS141501

PERAMALAN KONSUMSI MINYAK BUMI DI INDONESIA DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

Dessy Puspa Sari
NRP 5212 100 181

Dosen Pembimbing:
Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

JURUSAN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

FINAL PROJECT - KS141501

FORECASTING OF CRUDE OIL CONSUMPTION IN INDONESIA USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) METHOD

Dessy Puspa Sari
NRP 5212 100 181

Supervisor:
Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS
Faculty of Information Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN
PERAMALAN KONSUMSI MINYAK BUMI DI
INDONESIA DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL
NETWORK (ANN)

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DESSY PUSPA SARI
NRP. 5212 100 181

Surabaya, Juli 2016

KETUA
JURUSAN SISTEM INFORMASI

Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom.
NIP. 19650310 199102 1 001

LEMBAR PERSETUJUAN

PERAMALAN KONSUMSI MINYAK BUMI DI INDONESIA DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Oleh :

DESSY PUSPA SARI

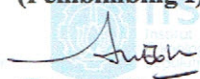
NRP. 5212 100 181

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 14 Juli 2016
Periode Wisuda : September 2016

Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.


(Pembimbing I)

Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom


(Penguji I)

Amalia Utamima, S.Kom., MBA


(Penguji II)

PERAMALAN KONSUMSI MINYAK BUMI DI INDONESIA DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

Nama Mahasiswa : Dessy Puspa Sari
NRP : 5212 100 181
Jurusan : Sistem Informasi FTIF-ITS
Pembimbing 1 : Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi yang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Seiring dengan bertumbuhnya jumlah manusia, konsumsi minyak bumi semakin meningkat namun tidak pada peningkatan jumlah produksinya. Sehingga terjadi kesenjangan antara jumlah produksi dengan jumlah konsumsi minyak bumi. Untuk mengatasi hal itu dibutuhkan perencanaan konsumsi minyak bumi untuk membuat perencanaan yang lebih efektif dan efisien. Sedangkan peramalan merupakan alat bantu yang penting untuk membuat perencanaan peristiwa di masa yang akan datang.

Metodologi yang digunakan dalam peramalan ini adalah menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan (Artificial Neural Network) yang merupakan model pembelajaran yang stabil terhadap perubahan pola dan kurun waktu yang cepat. Model ini nantinya akan menghasilkan keluaran berupa nilai prediksi dari konsumsi minyak bumi di masa mendatang.

Kata kunci : Peramalan, Minyak Bumi, Artificial Neural Network

FORECASTING OF CRUDE OIL CONSUMPTION IN INDONESIA USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) METHOD

Student Name : Dessy Puspa Sari
NRP : 5212 100 181
Department : Sistem Informasi FTIF-ITS
Supervisor 1 : Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T

ABSTRACT

Indonesia is one of the oil producing country which is a natural resource that is not renewable. Along with the growing number of human beings, petroleum consumption is increasing but not on increasing the number of its production. So, there is a gap between the amount of production with the amount of petroleum consumption. To overcome this case, it takes planning production of petroleum to make planning more effective and efficient. While forecasting is an essential tool for planning events in the future.

The methodology used in forecasting are using artificial neural network algorithm (Artificial Neural Network) which is a learning model that is stable against changes in the pattern and the fast period. This model will produce the output of the predictive value of oil consumption in the future.

Keywords : *Forecasting, crude oil, artificial neural network*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil ‘alamin. Allahuma sholli’alaa Muhammad, wa ‘alaa aali sayyidina Muhammad. Puji dan syukur penulis tuturkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta’ala karena atas kasih karunia dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul: **“Peramalan Konsumsi Minyak Bumi di Indonesia dengan Metode Artificial Neural Network”** yang merupakan salah satu karya penulis sekaligus syarat kelulusan pada Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas akhir ini tidak akan pernah terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang sudah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak di bawah ini, yaitu:

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas kasih sayang dan nikmat-Nya, dan Rasulullah Salallahu Alaihi Wassalam yang mendoakan umatnya.
2. Abah, Mama, kedua kakak saya: Dewi Paramita Sari dan Rizki Setiawan, dan keluarga besar yang senantiasa selalu mendoakan dan memberikan kasih sayang serta semangat tiada henti untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, dan mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Ibu Wiwik Anggraeni, selaku dosen wali yang senantiasa memberikan pengarahan dan motivasi selama penulis menempuh masa perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar beserta karyawan Jurusan Sistem Informasi, FTIF ITS Surabaya yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama masa perkuliahan

6. Reza Nurochman atas segala masukan, nasihat, semangat, dan doa bagi penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan Dian, Hawa, Tiara, Fitria, Arini, Sila, Manzilatul, Ahidah, Mona, Yogha, Satrio, Aga, Mangsur, dan teman-teman SOLA12IS lainnya, yang telah membersamai selama empat tahun dan selalu memberikan semangat positif untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
8. Partner organisasi Hafid Lutfan Ihwani dan Teguh Tri Efendi yang selalu saling menyemangati.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna dan memiliki banyak kekurangan di dalamnya. Dan oleh karena itu, penulis meminta maaf atas segala kesalahan yang dibuat penulis dalam buku Tugas Akhir ini. Penulis membuka pintu selebar-lebarnya bagi pihak yang ingin memberikan kritik dan saran, dan penelitian selanjutnya yang ingin menyempurnakan karya dari Tugas Akhir ini. Semoga buku Tugas Akhir ini bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Tugas Akhir	3
1.5. Manfaat Tugas Akhir	3
1.6. Relevansi Tugas Akhir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Studi Sebelumnya	5
2.1.1. Penelitian 1	5
2.1.2. Penelitian 2	6
2.1.3. Penelitian 3	7
2.2. Dasar Teori.....	9
2.2.1. Minyak Bumi.....	9
2.2.2. Peramalan	9
2.2.3. <i>Artificial Neural Network</i>	11
2.2.4. Backpropagation NN	16
2.2.5. Inisialisasi Bobot (W) dan Bias (θ)	20
2.2.6. Laju Pembelajaran (η)	20
2.2.7. Momentum (α).....	21
2.2.8. Interpolasi	21
2.2.9. Pelatihan ANN.....	24
2.2.10. Performa Peramalan	25

BAB III METODOLOGI.....	27
3.1. Metodologi Penelitian	27
3.2. Uraian Metodologi.....	28
3.2.1 Studi Literatur.....	28
3.2.2. Pengumpulan, Pengelolaan, dan Penyiapan Data.....	28
3.2.3. Pemodelan ANN.....	28
3.2.3. Pelatihan dan Tes Data	29
3.2.3. Analisa Hasil ANN.....	29
3.2.4. Penyusunan Laporan Tugas Akhir.....	29
BAB IV PERANCANGAN.....	31
4.1. Pengumpulan, Pengolahan, dan Penyiapan Data.....	31
4.2. Pra-Proses Data	31
4.3. Perancangan Model ANN.....	33
4.4. Pemilihan Model Terbaik	35
BAB V IMPLEMENTASI.....	39
5.1. Penyiapan Data Masukan	39
5.2. Pembentukan ANN.....	39
5.3. Penentuan Parameter ANN.....	41
5.4. Proses Pelatihan (<i>Training</i>)	42
5.5. Simulasi pada <i>Training</i>	43
5.1. Simulasi Pengujian (<i>Testing</i>).....	43
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	45
6.1. Hasil Eksperimen.....	45
6.2. Uji Coba Penentuan Parameter Node	52
6.3. Uji Coba Penentuan Parameter Learning Rate dan Momentum	
69	
6.3. Model Terbaik	78
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
7.1. Kesimpulan.....	81
7.2. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	83
BIODATA PENULIS	87

LAMPIRAN A A-1

LAMPIRAN B B-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Sel Syaraf Biologis (Neuron).....	11
Gambar 2.2 Fungsi Aktivasi.....	15
Gambar 2.3 Arsitektur Layer Jamak.....	17
Gambar 2.4 Pengaruh Laju Pembelajaran	20
Gambar 2.5 Interpolasi Linier	22
Gambar 2.6 Interpolasi Linier	24
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....	27
Gambar 4.1 Data Tahunan Konsumsi Minyak Bumi Indonesia ..	32
Gambar 4.2 Data Quarter Minyak Bumi Indonesia Setelah dilakukan Interpolasi Data.....	33
Gambar 4.3 Arsitektur ANN	34
Gambar 5.1 Toolbox pada Matlab Ketika Menentukan Jumlah Input dan Fungsi Aktivasi Tansig (Layer 1).....	40
Gambar 5.2 Toolbox pada Matlab Ketika Menentukan Jumlah Input dan Fungsi Aktivasi Purelin (Layer 2).....	40
Gambar 5.3 Aplikasi Matlab Ketika Melakukan Proses Peramalan	41
Gambar 6.1 Nilai Error dari Setiap Percobaan Input.....	45
Gambar 6.2 Nilai Error dari setiap Percobaan Parameter Node ..	52
Gambar 6.3 Perbandingan Error Training dan Testing Node 1 ...	53
Gambar 6.4 Perbandingan Error Training dan Testing Node 2 ...	54
Gambar 6.5 Perbandingan Error Training dan Testing Node 3 ...	54
Gambar 6.6 Perbandingan Error Training dan Testing Node 4 ...	55
Gambar 6.7 Perbandingan Error Training dan Testing Node 5 ...	56
Gambar 6.8 Perbandingan Error Training dan Testing Node 6 ...	56
Gambar 6.9 Perbandingan Error Training dan Testing Node 7 ...	57
Gambar 6.10 Perbandingan Error Training dan Testing Node 8 ...	58
Gambar 6.11 Perbandingan Error Training dan Testing Node 9 ...	58
Gambar 6.12 Perbandingan Error Training dan Testing Node 10	59
Gambar 6.13 Perbandingan Error Training dan Testing Node 11	60

Gambar 6.14 Perbandingan Error Training dan Testing Node	13
.....	60
Gambar 6.15 Perbandingan Error Training dan Testing Node	12
.....	61
Gambar 6.16 Perbandingan Error Training dan Testing Node	14
.....	62
Gambar 6.17 Perbandingan Error Training dan Testing Node	15
.....	62
Gambar 6.18 Perbandingan Error Training dan Testing Node	16
.....	63
Gambar 6.19 Perbandingan Error Training dan Testing Node	17
.....	64
Gambar 6.20 Perbandingan Error Training dan Testing Node	18
.....	64
Gambar 6.21 Perbandingan Error Training dan Testing Node	19
.....	65
Gambar 6.22 Perbandingan Error Training dan Testing Node	20
.....	66
Gambar 6.23 Perbandingan Error Training dan Testing Node	21
.....	66
Gambar 6.24 Perbandingan Error Training dan Testing Node	22
.....	67
Gambar 6.25 Perbandingan Error Training dan Testing Node	23
.....	68
Gambar 6.26 Perbandingan Error Training dan Testing Node	24
.....	68
Gambar 6.27 Hasil MAPE pada LR 0.1 Momentum 0.1-0.9	70
Gambar 6.28 Hasil MAPE pada LR 0.2 Momentum 0.1-0.9	71
Gambar 6.29 Hasil MAPE pada LR 0.3 Momentum 0.1-0.9	72
Gambar 6.30 Hasil MAPE pada LR 0.4 Momentum 0.1-0.9	73
Gambar 6.31 Hasil MAPE pada LR 0.5 Momentum 0.1-0.9	74
Gambar 6.32 Hasil MAPE pada LR 0.6 Momentum 0.1-0.9	75
Gambar 6.33 Hasil MAPE pada LR 0.7 Momentum 0.1-0.9	76
Gambar 6.34 Hasil MAPE pada LR 0.8 Momentum 0.1-0.9	77
Gambar 6.35 Hasil MAPE pada LR 0.9 Momentum 0.1-0.9	78
Gambar 6.36 Model Artificial Neural Network 8-6-1	79

Gambar 6.37 Perbandingan Data Hasil Peramalan dengan Data
Aktual80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Referensi Penelitian [4]	5
Tabel 2.2 Referensi Penelitian [5]	6
Tabel 2.3 Referensi Penelitian [6]	7
Tabel 4.1 Rancangan Model Peramalan	34

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan diuraikan proses identifikasi masalah dalam penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, dan manfaat kegiatan tugas akhir. Berdasarkan uraian pada bab ini, diharapkan gambaran umum atas permasalahan dan pemecahan masalah pada tugas akhir dapat dipahami.

1.1. Latar Belakang

Minyak bumi merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Minyak bumi diperoleh dari sumber langsung bagian kerak bumi dengan proses pertambangan atau kilang minyak. Banyak masyarakat yang sangat bergantung pada minyak untuk melakukan aktivitasnya sehari-hari sehingga permintaan masyarakat terhadap minyak sangat tinggi, terutama sebagai bahan bakar dan sumber kehidupan lainnya. Hal tersebut membuat kapasitas minyak bumi semakin lama semakin berkurang setiap tahunnya. Jumlah konsumsi minyak yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, namun tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah produksinya sehingga terjadi kondisi yang tidak menentu antara peningkatan dan penurunan produksi minyak dan adanya kesenjangan antara jumlah konsumsi dan produksi minyak bumi.

Indonesia saat ini berada di ambang krisis energi. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya kebutuhan konsumsi energi dalam beberapa tahun terakhir. Cadangan minyak bumi Indonesia diperkirakan akan habis dalam 11 tahun mendatang. [1] Peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang meningkat setiap tahunnya juga merupakan sebab terjadinya krisis energi terutama minyak bumi. Kurangnya eksplorasi dan investasi-investasi lain di sektor minyak ini telah menyebabkan penurunan dalam produksi minyak Indonesia yang disebabkan karena

manajemen yang lemah dari pemerintah, birokrasi yang berlebihan, kerangka peraturan yang tidak jelas serta ketidakjelasan hukum mengenai kontrak. [2]

Dengan melihat data konsumsi tahunan minyak bumi di Indonesia, jumlah konsumsi dalam waktu setahun atau dua tahun ke depan tidak dapat ditentukan peningkatan atau penurunannya. Hal itu membutuhkan sebuah sistem yang dapat memprediksi kondisi minyak bumi di Indonesia. Sistem yang dapat digunakan yaitu teknik peramalan dengan menggunakan metode Backpropagation pada jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Network*). Metode ini merupakan metode yang paling sering digunakan dalam hal peramalan karena metode ini memiliki algoritma pembelajaran dengan penerapan kecerdasan buatan yang menghasilkan nilai MAPE (Mean Absolute Percentage Error) yang kecil.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dilakukan penelitian tentang prediksi jumlah konsumsi minyak bumi di Indonesia di masa mendatang meliputi data jumlah konsumsi dan tahun konsumsi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian “Peramalan Konsumsi Minyak Bumi di Indonesia dengan Menggunakan Metode *Artificial Neural Network*” didapatkan permasalahan yang akan dirumuskan dalam perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan neural network pada peramalan konsumsi minyak bumi di Indonesia?
2. Berapa tingkat akurasi dari hasil peramalan konsumsi minyak bumi di Indonesia dengan metode *Artificial Neural Network*?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penulisan penelitian ini, penulis akan memberikan batasan masalah agar dalam penyelesaiannya lebih mudah dan terarah.

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini adalah data yang digunakan merupakan data tahunan minyak bumi dan di Indonesia dari tahun 1965 sampai tahun 2014 yang didapat dari *BP Statistical Review of World Energy* [3]. Variabel yang digunakan hanya variabel konsumsi minyak bumi di Indonesia, karena dalam kasus produksi minyak, hanya terdapat hubungan kasualitas unilateral homogen dengan harga minyak produksi. Sedangkan dari sisi konsumsi minyak, terdapat hubungan kausalitas bilateral homogen dan heterogen antara harga dan konsumsi minyak. [4]
2. Pada data ini akan dilakukan peramalan dengan metode backpropagation pada *artificial neural network*.
3. Tools yang digunakan untuk perhitungan ANN ini adalah Matlab.

1.4. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk:

1. Mendapatkan model *artificial neural network* dalam peramalan konsumsi minyak bumi di Indonesia.
2. Mengetahui data konsumsi minyak bumi untuk beberapa kuartal tahun mendatang
3. Mengetahui tingkat akurasi dari hasil peramalan konsumsi minyak bumi di Indonesia dengan metode *Artificial Neural Network*

1.5. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang dapat diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Bagi pemerintah dapat digunakan sebagai acuan untuk penentuan kebijakan jumlah impor minyak untuk memenuhi kebutuhan minyak dalam negeri
2. Bagi pengembangan keilmuan, dapat dijadikan pengetahuan dalam peramalan konsumsi minyak mentah di Indonesia dan dapat dijadikan pustaka untuk penelitian berikutnya.

1.6. Relevansi Tugas Akhir

Relevansi penelitian ini terdapat pada bidang Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) pada mata kuliah Sistem Cerdas (Intelligence System). Sedangkan mata kuliah yang terkait dengan tugas akhir ini antara lain Teknik Peramalan, Sistem Cerdas, dan Statistik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan beberapa penelitian sebelumnya tentang peramalan dan dasar teori yang dijadikan acuan atau landasan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Landasan teori akan memberikan gambaran secara umum dari landasan penjabaran tugas akhir ini.

2.1. Studi Sebelumnya

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang membahas tentang Peramalan yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2.1.1. Penelitian 1

Tabel 2.1 Referensi Penelitian [4]

Judul Penelitian	<i>Scrutinizing the Causality Relationships Between Prices, Production and Consumption of Fossil Fuels: A Panel Data Approach</i>
Identitas Peneliti	Mehmet Efe Biresselioglu, Tezer Yelkenci
Tujuan Penelitian	Mengungkapkan hubungan kausalitas antara produksi dan konsumsi jenis bahan bakar fosil (minyak, gas alam, dan batu bara) selama periode 1985-2013 secara keseluruhan di 25 negara terpilih.
Hasil Penelitian	Dalam kasus produksi minyak, hanya terdapat hubungan kasualitas unilateral homogen dengan harga minyak produksi. Sedangkan dari sisi konsumsi minyak, terdapat hubungan kausalitas

	bilateral homogen dan heterogen antara harga dan konsumsi minyak.
Keterkaitan dengan Penelitian	Mencari hubungan tentang variabel yang mempengaruhi terhadap konsumsi minyak bumi

2.1.2. Penelitian 2

Tabel 2.2 Referensi Penelitian [5]

Judul Penelitian	Penerapan <i>Bootstrap</i> pada <i>Neural Network</i> untuk Peramalan Produksi Minyak Mentah di Indonesia
Identitas Peneliti	Ida Bagus Oka Ari Adnyana
Tujuan Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendapatkan model <i>neural network</i> dalam peramalan produksi minyak mentah di Indonesia. 2. Mengetahui hasil pengujian signifikansi bobot <i>neural network</i> dengan menggunakan selang kepercayaan <i>bootstrap</i> dalam peramalan produksi minyak mentah di Indonesia. <p>Mendapatkan perbandingan model antara model ARIMA, <i>neural network</i> dan <i>neural network</i> dengan <i>bootstrap</i> dalam peramalan produksi minyak mentah di Indonesia</p>

Hasil Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Model <i>neural network</i> dalam peramalan produksi minyak mentah di Indonesia dari tahun 1965 sampai tahun 2011 2. Pengujian signifikansi bobot pada model <i>neural network</i> dengan menggunakan selang kepercayaan <i>bootstrap</i> dalam peramalan produksi minyak mentah di Indonesia 3. Perbandingan model antara model ARIMA, <i>neural network</i> dan <i>neural network</i> dengan <i>bootstrap</i> dalam peramalan produksi minyak mentah di Indonesia didapat bahwa model yang paling baik menggambarkan data berdasarkan nilai MSE adalah model <i>neural network</i> sederhana, karena nilai model ini menghasilkan MSE paling kecil.
Keterkaitan dengan Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Topik peneliti mengenai peramalan produksi minyak di Indonesia mirip dengan topik tugas akhir yang diambil 2. Metode penelitian yang dapat menjadi perbandingan dengan metode yang akan digunakan

2.1.3. Penelitian 3

Tabel 2.3 Referensi Penelitian [6]

Judul Penelitian	Analisis dan Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan – Propagasi Balik Dalam Memprediksi Produksi dan Konsumsi
-------------------------	--

	Minyak Bumi, Gas Bumi, dan Batu Bara di Indonesia
Identitas Peneliti	Anggit Nourislam
Tujuan Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui dampak dari <i>learning rate</i> yang berbeda terhadap satu arsitektur jaringan syaraf tiruan. 2. Mengetahui dampak dari penggunaan bias. 3. Mengetahui dampak dari jumlah penggunaan neuron input. 4. Mengetahui perbedaan antara fungsi aktivasi sigmoid biner dengan fungsi aktivasi linear.
Hasil Penelitian	Dalam penelitian ini dihasilkan keluaran berupa nilai prediksi dari produksi dan konsumsi minyak bumi, gas bumi, dan batu bara di Indonesia di masa mendatang yang nantinya dapat dikelompokkan apakah indeks tersebut tergolong krisis atau tidak
Keterkaitan dengan Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Topik peneliti mengenai peramalan produksi minyak di Indonesia mirip dengan topik tugas akhir yang diambil 2. Metode penelitian yang dapat menjadi perbandingan dengan metode yang akan digunakan

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Minyak Bumi

Minyak bumi atau petroleum atau sering disebut emas hitam yang didapat dari bahan bakar fosil yang merupakan bahan baku untuk bahan bakar minyak, bensin dan banyak produk-produk kimia. Bentuk minyak bumi umumnya berupa cairan kental, berwarna hitam kehijauan, mudah terbakar dan berada di lapisan atas dari beberapa tempat di kerak bumi. Senyawa yang terkandung dari minyak bumi adalah hidrogen dan karbon yang sebagian jenisnya terdiri dari alkana, sikloalkana, dan beberapa macam jenis hidrogen aromatik dan beberapa elemen-elemen kecil lainnya.

Minyak bumi merupakan sumber energi yang penting karena minyak bumi memiliki persentase yang signifikan dalam memenuhi konsumsi energi dunia. [2] Istilah minyak bumi telah meluas dalam kehidupan sehari-hari. Sebelumnya orang menyebut minyak bumi dengan istilah ‘minyak tanah’ karena minyak tersebut dihasilkan dari tanah, namun pada saat ini istilah minyak tanah digunakan sebagai sebutan untuk bahan bakar kompor minyak atau bahasa Inggrisnya kerosene. Secara harfiah, minyak bumi berarti ‘minyak di dalam perut bumi’. Istilah minyak bumi lebih tepat karena minyak ini terdapat di dalam perut bumi, bukan di dalam tanah. Hasil dari pengolahan minyak bumi ini dapat berupa bensin, solar, avtur, minyak tanah, aspal, plastik, oli, LPG, dan lain-lain.

2.2.2. Peramalan

Menurut John E. Biegel, peramalan adalah kegiatan memperkirakan tingkat permintaan produk yang diharapkan untuk suatu produk atau beberapa produk dalam periode waktu tertentu di masa yang akan datang [7]. Sedangkan menurut Buffa, peramalan diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis [8] Tujuan peramalan adalah mengurangi

ketidakpastian dalam sebuah perencanaan. Namun dalam peramalan sendiri tidak jarang jika terjadi kesalahan, misalnya saja hasil peramalan tidak sesuai dengan realita produksi suatu barang. Sejak awal tahun 1960-an semua organisasi telah menunjukkan keinginan yang meningkat untuk mendapatkan ramalan dan menggunakan sumber daya peramalan secara lebih baik. Faktor-faktor yang menyebabkan semakin berkembangnya peramalan yaitu karena semakin kompleksitasnya organisasi dan lingkungannya, hal tersebut menjadikan semakin sulit bagi pengambil keputusan untuk mempertimbangkan faktor secara memuaskan. Pengambilan keputusan telah semakin sistematis yang melibatkan justifikasi tindakan individu secara eksplisit. Peramalan formal merupakan salah satu cara untuk mendukung tindakan yang akan diambil. [9]

Dilihat dari sifat ramalan yang ada, peramalan dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. Peramalan kualitatif, yaitu peramalan yang didasarkan data masa lalu. Hasil peramalan tergantung pada orang yang menyusunnya. Peramalan jenis kualitatif terbagi menjadi dua metode yaitu: (i) metode eksploratif yang memulai dengan data masa lalu dan masa kini sebagai awal dan bergerak ke arah masa depan secara heuristik. (ii) metode normatif, dimulai dengan menetapkan sasaran yang akan datang.
2. Peramalan kuantitatif, yaitu peramalan yang berdasarkan atas data kuantitatif masa lalu. Hasil peramalan ini bergantung pada metode yang dipakai. Jenis peramalan kuantitatif terbagi menjadi dua model peramalan utama, yaitu (i) model deret berkala (times series), yaitu metode yang berdasarkan pola hubungan antara variabel yang akan diprediksi dengan variabel waktu. (ii) model kausal, yaitu model peramalan berdasarkan analisa pola hubungan antara variabel lain yang mempengaruhinya atau dengan kata lain model korelasi atau sebab akibat. Model kausal terdiri dari: metode regresi dan korelasi, metode ekonometri, dan metode input dan output

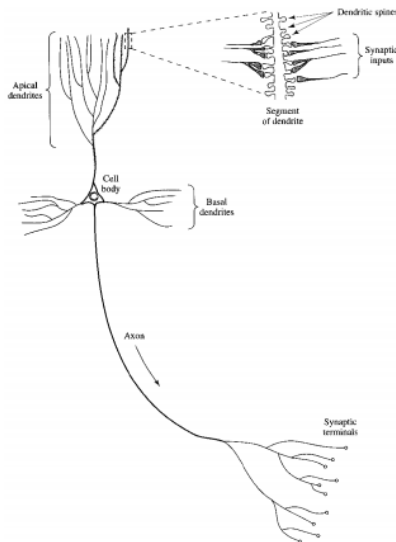
Peramalan yang baik merupakan peramalan yang mengikti prosedur-prosedur yang baik. Tiga langkah peramalan yang penting menurut Makridarkis, dkk yaitu: [9]

1. Menganalisa masa lalu
2. Menentukan metode yang akan digunakan
3. Memproyeksikan data yang lalu dengan metode yang digunakan dan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan

2.2.3. *Artificial Neural Network*

2.2.3.1. *Pengertian Artificial Neural Network*

Menurut Fausett (1994), Neural Networks atau yang lebih dikenal dengan Jaringan Syaraf Tiruan adalah suatu pemrosesan informasi menggunakan karakteristik-karakteristik performa yang mirip dengan proses penyampaian impuls syaraf manusia [10].



Gambar 2.1 Struktur Sel Syaraf Biologis (Neuron)

Struktur pada gambar 2.1 merupakan bentuk dasar dari satuan unit jaringan saraf pada manusia. Setiap neuron memiliki tiga komponen penyusun yang saling bekerjasama untuk mengolah sinyal-sinyal informasi. Tiga komponen itu yaitu: (i) dendrit, yaitu serabut saraf yang bercabang-cabang berfungsi menerima sinyal dari neuron lain yang sinyal tersebut dilalui lewat celah sinapsis, (ii) badan sel (soma) berfungsi sebagai tempat pengolahan informasi, (iii) akson yang berfungsi mengirimkan impuls-impuls ke sel saraf lainnya.

Neuron dalam jaringan saraf tiruan terbagi menjadi tiga elemen dasar, yaitu: [11]

1. Himpunan unit-unit sinapsis yang dihubungkan dengan jalur koneksi (connecting links). Setiap unit memiliki karakteristik yang berbeda sesuai dengan bobotnya masing-masing. Bobot yang nilainya positif akan memperkuat sinyal dan sebaliknya. Jumlah, struktur, dan pola hubungan antar unit-unit tersebut akan menentukan arsitektur jaringan.
2. Suatu unit penjumlah (adder) yang akan menjumlahkan masukan-masukan sinyal yang telah dikalikan dengan bobot.
3. Fungsi aktivasi yang akan menentukan apakah sinyal masukan neuron akan diteruskan ke neuron lain atau tidak.

Neural Network dikembangkan dengan model persamaan matematis dengan menggunakan beberapa asumsi berikut ini:

- a. Pemrosesan informasi terjadi pada elemen yang paling sederhana yang disebut neuron (node)
- b. Antara neuron satu dengan yang lain saling berhubungan dan memiliki koneksi
- c. Setiap koneksi menghubungkan satu node dengan node yang lain dan memiliki nilai pembobot tertentu
- d. Setiap node memiliki fungsi aktivasi (biasanya tidak linear) sebagai input dan juga untuk menentukan hasil output

Karakteristik lain dari *neural network* adalah adanya arsitektur yang merupakan koneksi antar node. Dibutuhkan suatu fungsi aktivasi yang merupakan metode menentukan pembobot antar koneksi dan biasa disebut dengan training atau pembelajaran.

Neural networks terdiri dari banyak neuron di dalamnya. Neuron-neuron ini akan dikelompokkan ke dalam beberapa lapisan-lapisan (layer) yang disebut dengan lapisan neuron (neuron layers). Neuron yang terdapat pada tiap layer dihubungkan dengan neuron pada layer lainnya. Hal ini tentunya tidak berlaku pada layer input dan output, tapi hanya layer yang berada di antaranya. Informasi yang diterima pada jaringan syaraf akan diteruskan ke masing-masing layer dimulai dari layer input sampai ke layer output. Layer yang terletak di antara input dan output disebut sebagai *hidden layer*. Dalam ANN terdapat Aturan Heaton yang mengeluarkan aturan-aturan dalam menentukan jumlah neuron hidden. Aturan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah neuron pada *hidden layer* berada dalam rentang jumlah neuron input maupun output
- b. Jumlah neuron pada *hidden layer* adalah $2/3$ dari jumlah neuron pada *input layer* dijumlahkan dengan jumlah neuron pada *output layer*
- c. Jumlah neuron pada *hidden layer* adalah kurang dari dua kalinya jumlah neuron pada *input layer*

Neural network memperoleh nilai bobot dari suatu algoritma pembelajaran tertentu. Bobot ini dilakukan dalam melakukan transformasi dari node input ke node output. Algoritma pembelajaran merupakan tahap penyesuaian terhadap bobot yang telah terbentuk secara acak. Penentuan nilai bobot secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$w_{ij}(nn + 1) = w_{ij}(nn) + \Delta w_{ij}(n)$$

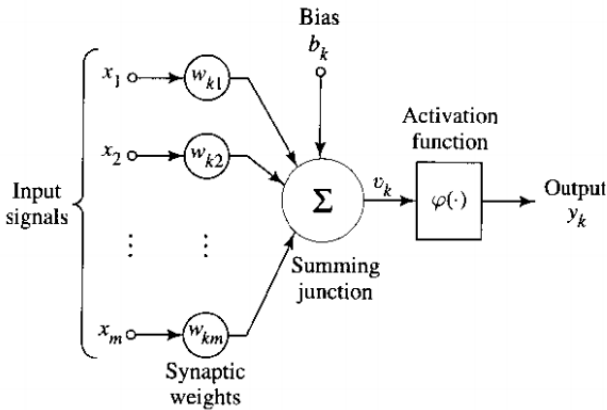
Dengan $w_{ij}(n)$ = bobot awal yang ditentukan secara acak pada tahap inisialisasi. Algoritma pemberlajaran digunakan untuk menghitung $\Delta w_{ij}(n)$.

Secara keseluruhan, pemodelan menggunakan Neural Network adalah sebagai berikut:

1. Penentuan pembobot awal
Pembobot awal yang akan digunakan adalah pembobot awal pada koneksi antara layer input dan layer hidden (layer ke-1) serta antara *hidden layer* (layer ke-2) dan layer output.
2. Training Neural Network (Pelatihan NN)
Model neural network akan dilatih pada suatu nilai epoch dan dilakukan penilaian terhadap learning rate untuk mendapatkan nilai ketepatan prediksi yang tinggi.
3. Pengujian Model Neural Networks
Testing atau pengujian dilakukan dengan menggunakan data testing yang merupakan pasangan dari data training yang digunakan untuk mencari pembobot model neural network. Langkah selanjutnya adalah dilakukan pengukuran terhadap ketepatan model dan nilai MSE (mean square error) model.

2.2.3.2. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi merupakan sebuah fungsi yang digunakan untuk mentransformasikan sebuah input menjadi output dengan cara mengaktifkan neuron yang ada. Pada gambar 2.2 fungsi aktivasi dilambangkan dengan σ .



Gambar 2.2 Fungsi Aktivasi

Seperti terlihat pada gambar 2.2 sebuah neuron akan mengolah N input (x_1, x_2, \dots, x_m) yang memiliki bobot ($w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$) dan bias (b_k) yang akan menghasilkan v_k . Kemudian fungsi aktivasi akan mengaktifasi nilai menjadi sebuah output jaringan (y)

1) Fungsi aktivasi undak

Fungsi aktivasi undak (step function) sering digunakan pada jaringan lapis tunggal untuk mengkonversi input dari suatu variabel yang bernilai kontinu ke dalam suatu output biner (0 atau 1). Rumus dari fungsi aktivasi undak adalah

$$Y = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x < 0 \\ 1, & \text{Jika } x > 0 \end{cases}$$

2) Fungsi aktivasi linier

Fungsi aktivasi linier menghasilkan nilai output yang sama dengan nilai input. Rumus dari fungsi linier adalah :

$$f(x) = x$$

3) Fungsi aktivasi sigmoid biner

Fungsi aktivasi sigmoid biner akan menghasilkan nilai output yang terletak pada interval 0 sampai 1. Rumus dari fungsi sigmoid biner adalah

$$y = ft(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

4) Fungsi aktivasi sigmoid bipolar

Fungsi sigmoid bipolar akan menghasilkan nilai output yang terletak pada interval -1 hingga 1 .

$$y = ft(x) = \frac{2}{1 + \exp(-x)} - 1$$

2.2.4. Backpropagation NN

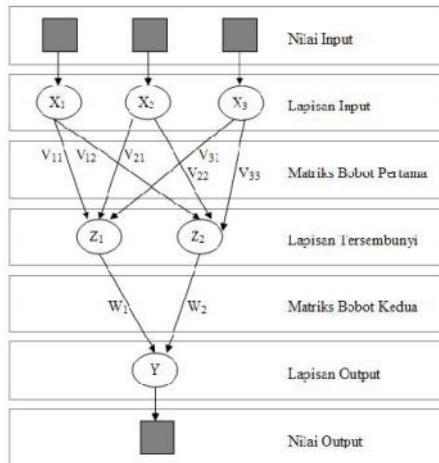
2.2.4.1. Deskripsi BPNN

Backpropagation atau propagasi balik merupakan bentuk teknik pelatihan *supervised learning* yang paling sering digunakan. Pada jaringan *backpropagation*, setiap unit yang berada pada *input layer* terhubung dengan setiap unit yang ada di *hidden layer*. Unit yang ada di *hidden layer* terhubung dengan unit yang ada di *output layer*. Jaringan *backpropagation* memiliki banyak lapisan (*multilayer network*) dengan menggunakan pola penyesuaian bobot untuk mencapai nilai *error* yang paling kecil dari hasil perbandingan antara nilai aktual dengan nilai hasil prediksi.

2.1.1.1 Arsitektur Backpropagation

Jaringan layar jamak (*multi layer network*)

Jaringan ini memiliki ciri khas tertentu, yaitu memiliki tiga jenis layer, yaitu layer input, layer output, dan layer tersembunyi. Jaringan layar jamak ini menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan dengan lapisan tunggal. Hanya saja proses pelatihan pada jaringan ini membutuhkan waktu yang cukup lama.



Gambar 2.3 Arsitektur Layer Jamak

Setiap unit dalam *input layer* pada backpropagation selalu terhubung dengan setiap unit yang ada di *hidden layer*, sama halnya dengan *hidden layer* yang selalu terhubung dengan *output layer*. Lapisan-lapisan pada backpropagation yaitu:

1. Satu buah lapisan input, yang terdiri dari 1 hingga n unit input
2. Setidaknya terdiri dari satu buah lapisan tersembunyi, yang terdiri dari 1 hingga p unit tersembunyi
3. Satu buah lapisan output, yang terdiri dari 1 hingga m unit output

2.1.1.2 Algoritma Backpropagation

Berikut merupakan algoritma dalam pelatihan *backpropagation NN* dan langkah-langkahnya: [12]

a) Langkah 0

Menginisialisasi bobot (mengambil bobot awal dengan nilai random yang paling kecil).

Menetapkan : Epoch maksimal, target error, dan Learning Rate

Menginisialisasi : Epoch = 0; MSE = 1

- b) Langkah 1
Mengerjakan langkah-langkah berikutnya selama (Epoch < Epoch maksimal) dan (MSE > Target Error)
Epoch = Epoch + 1
- c) Langkah 2
Untuk setiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, maka akan melalui langkah berikutnya

Fase I : Feed Forward

- d) Langkah 3
Setiap unit input ($X_i, i = 1, 2, \dots, n$) menerima sinyal X_i dan akan meneruskan sinyal tadi ke semua unit pada lapisan di atasnya (*hidden layer*)
- e) Langkah 4
Setiap unit pada *hidden layer* ($Z_j, j = 1, 2, \dots, p$) menjumlahkan sinyal-sinyal input dengan bobot:

$$Z_{in_j} = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij}$$

Selanjutnya menggunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal output

$$Z_j = f(Z_{in_j})$$

Kemudian mengirimkan sinyal tersebut ke semua unit neuron di lapisan atasnya yang ada pada *output layer*

Fase II : Back Propagation

- f) Langkah 6
Setiap unit output ($Y_k, k = 1, 2, \dots, m$) menerima pola target yang berhubungan dengan pola input pelatihan, kemudian menghitung informasi errornya

$$\delta_k = (t_k - y_k) - f'(y_{in_k})$$

Kemudian menghitung koreksi bobot yang akan digunakan untuk merubah bobot nantinya

$$\Delta W_{jk} = a\phi_2 z_{jk}$$

Menghitung koreksi bias yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai

$$\Delta b_{2k} = a\beta_2 z_k$$

g) Langkah 7

Setiap unit pada *hidden layer*

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^p \delta_k w_{jk}$$

Kemudian mengalikan dengan turunan fungsi aktivasi untuk menghitung informasi error

$$\delta_k = \delta_{in_j} f'(z_{in_j})$$

Menghitung koreksi bobot yang akan digunakan pada pembaharuan nilai V_{ij}

$$\Delta V_{ij} = a\delta_j x_i$$

Menghitung koreksi bias yang akan digunakan dalam pembaharuan nilai V_{oj}

$$\Delta V_{oj} = a\delta_j$$

Fase III : Perubahan Nilai Bobot

h) Langkah 8

Setiap unit neuron output ($Y_k, k=1, 2, \dots, m$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j=0, 1, \dots, p$)

$$W_{jk(\text{baru})} = W_{jk(\text{lama})} + \Delta W_{jk}$$

Setiap unit *hidden neuron* ($Z_j, j=0, 1, \dots, p$) memperbaiki bias dan bobotnya ($i=0, 1, \dots, n$)

$$V_{ij(\text{baru})} = V_{ij(\text{lama})} + \Delta V_{ij}$$

i) Langkah 9

Menghitung nilai MSE. Proses pelatihan dapat berhenti jika nilai MSE yang dihasilkan nilainya

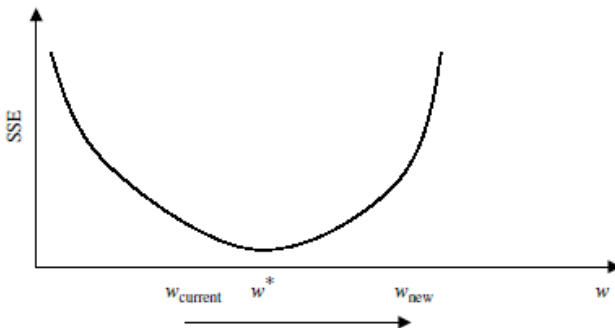
lebih kecil dengan nilai target error yang diharapkan, sesuai dengan nilai Epoch pada langkah 0.

2.2.5. Inisialisasi Bobot (W) dan Bias (θ)

Bobot merupakan faktor yang penting dalam proses pelatihan, bobot berfungsi sebagai interkoneksi jaringan syaraf tiruan yang akan dilatih. Inisialisasi nilai awal bobot dan bias akan berpengaruh pada kecepatan ANN dalam mendapatkan minimum error. Dalam inisialisasi awal bobot dapat dilakukan secara random antara -1 sampai dengan 1 atau -0.5 sampai dengan +0.5

2.2.6. Laju Pembelajaran (η)

Laju pembelajaran memiliki peran penting dalam hal waktu yang digunakan dalam mencapai target error. Dalam laju pembelajaran digunakan konstanta yang berada pada skala 0.0 sampai 1.0. Semakin besar nilai dari learning rate, maka waktu yang dibutuhkan dalam proses percobaan akan semakin sedikit. Namun di sisi lain, apabila nilai learning rate terlalu besar, proses training dapat melewati keadaan optimal dimana nilai error yang paling minimal telah dicapai. [12]



Gambar 2.4 Pengaruh Laju Pembelajaran

Pada gambar 2.9 nilai optimal dari bobot W didefinisikan sebagai w^* yang memiliki nilai $W_{current}$. Berdasarkan aturan gradient descent, apabila nilai learning rate terlalu besar, nilai baru dari W yang didefinisikan sebagai W_{new} dapat melampaui nilai optimal w^* . Oleh karena itu diperlukan percobaan untuk menentukan nilai laju pembelajaran yang paling optimal.

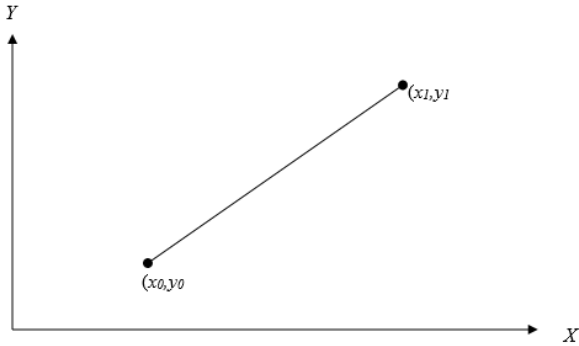
2.2.7. Momentum (α)

Selain learning rate, parameter lain yang digunakan untuk algoritma backpropagation adalah momentum. Konstanta momentum memiliki nilai berupa bilangan positif antara 0.1 sampai 0.9 [13]. Pemilihan koefisien momentum yang optimal sangat dibutuhkan untuk mencegah terjadinya optimum lokal. [12]

2.2.8. Interpolasi

Interpolasi adalah proses pencarian dan penghitungan nilai suatu fungsi yang grafiknya melewati sekumpulan titik yang diberikan. Titik-titik tersebut mungkin merupakan hasil eksperimen dalam sebuah percobaan, atau diperoleh dari suatu fungsi yang diketahui. Kegunaan lain dari interpolasi adalah untuk menaksir harga-harga tengah antara titik data yang sudah tepat. Salah satu jenis interpolasi yaitu interpolasi linier. Interpolasi linear atau interpolasi lanjar adalah interpolasi dua buah titik dengan sebuah garis lurus. Misal diberikan dua buah titik, (x_0, y_0) dan (x_1, y_1) . Polinom yang menginterpolasi kedua titik itu adalah persamaan garis lurus yang berbentuk:

$$P(x) = a_0 + a_1x$$



Gambar 2.5 Interpolasi Linier

Koefisien a_0 dan a_1 dicari dengan proses substitusi dan eliminasi. Dengan mensubstitusikan (x_0, y_0) dan (x_1, y_1) ke dalam persamaan $p_1(x) = a_0 + a_1x$ diperoleh dua persamaan linear:

$$y_0 = a_0 + a_1x_0 \dots\dots\dots (1)$$

$$y_1 = a_0 + a_1x_1 \dots\dots\dots (2)$$

Dari dua persamaan diatas dilakukan eliminasi, diperoleh:

$$y_0 - y_1 = (a_0 + a_1x_0) - (a_0 + a_1x_1)$$

$$y_0 - y_1 = a_1x_0 - a_1x_1 \Leftrightarrow y_0 - y_1 = a_1(x_0 - x_1)$$

$$\Leftrightarrow a_1 = \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1}$$

Nilai a_1 disubstitusikan ke dalam persamaan (1), diperoleh:

$$y_0 = a_0 + a_1x_0$$

$$\Leftrightarrow y_0 = a_0 + \left(\frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1} \right) x_0$$

$$\Leftrightarrow y_0 = a_0 + \frac{x_0y_0 - x_0y_1}{x_0 - x_1}$$

$$\Leftrightarrow y_0 = a_0 + \frac{x_0y_0 - x_0y_1}{x_0 - x_1}$$

$$\begin{aligned}
&\Leftrightarrow a_0 = y_0 - \frac{x_0 y_0 - x_0 y_1}{x_0 - x_1} \\
&\Leftrightarrow a_0 = \frac{y_0(x_0 - x_1) - x_0 y_0 + x_0 y_1}{x_0 - x_1} \\
&\Leftrightarrow a_0 = \frac{x_0 y_0 - x_1 y_0 - x_0 y_0 + x_0 y_1}{x_0 - x_1} \\
&\Leftrightarrow a_0 = \frac{x_0 y_1 - x_1 y_0}{x_0 - x_1}
\end{aligned}$$

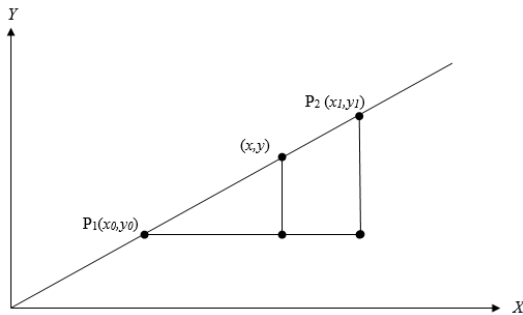
Dengan melakukan manipulasi aljabar untuk menentukan nilai $p_1(x)$ dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
p_1(x) &= a_0 + a_1 x \\
p_1(x) &= \frac{x_1 y_0 - x_0 y_1}{x_1 - x_0} + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} x \\
p_1(x) &= \frac{x_1 y_0 - x_0 y_1 + x y_1 - x y_0}{x_1 - x_0} \\
p_1(x) &= \frac{x_1 y_0 - x_0 y_1 + x y_1 - x y_0 + (x_0 y_0 - x_0 y_0)}{x_1 - x_0} \\
p_1(x) &= \frac{x_1 y_0 - x_0 y_0 - x_0 y_1 + x y_1 - x y_0 + x_0 y_0}{x_1 - x_0} \\
p_1(x) &= \frac{y_0(x_1 - x_0) + y_1(x - x_0) - y_0(x - x_0)}{x_1 - x_0} \\
p_1(x) &= \frac{y_0(x_1 - x_0) + (y_1 - y_0)(x - x_0)}{x_1 - x_0} \\
p_1(x) &= y_0 + \frac{(y_1 - y_0)(x - x_0)}{x_1 - x_0}
\end{aligned}$$

Dalam menentukan persamaan dari interpolasi linear juga dapat dilakukan melalui cara menentukan titik-titik antara dari 2 buah titik dengan menggunakan garis lurus.

Persamaan garis lurus yang melalui 2 titik $P_1 (x_0, y_0)$ dan $P_2 (x_1, y_1)$ dapat dituliskan dengan:

$$\frac{y - y_0}{y_1 - y_0} = \frac{x - x_0}{x_1 - x_0}$$



Gambar 2.6 Interpolasi Linier

Sehingga diperoleh persamaan dari interpolasi linear sebagai berikut:

$$y = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0) + y_0$$

2.2.9. Pelatihan ANN

Pelatihan yang dilakukan pada ANN bertujuan untuk melatih bobot antar neuron pada setiap layer agar bobot yang dapat menjadi standar dalam menentukan layer selanjutnya. Semakin besar bobot antar neuron maka semakin cepat dalam menyelesaikan permasalahan. Jenis-jenis pelatihan dalam ANN yaitu [14]:

1. Supervised Learning (pembelajaran terawasi). Pada jenis pelatihan ini, jaringan diberikan pasangan data untuk masukan dan data untuk keluaran yang disebut dengan target (keluaran yang diharapkan). Pasangan data tersebut didapat dari data latih dan akan menyimpan sebuah pola yang didapat dari

bobot tiap layer yang telah dilatih (associative memory). Jaringan akan menghasilkan sebuah keluaran ketika terdapat inputan dari data uji, bentuknya seperti pola yang ada di associative memory dan mendekati hasil keluaran aslinya.

2. Unsupervised Learning (pembelajaran tidak terawasi). Pada jenis pelatihan ini, jaringan hanya diberi data masukan yang memiliki kesamaan sifat, yaitu sejumlah pasangan data tanpa ada contoh keluaran yang diharapkan.

2.2.10. Performa Peramalan

Untuk menghasilkan peramalan yang akurat dilakukan evaluasi dengan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan nilai tengah kesalahan absolut dari suatu peramalan. Nilai MAPE didapat dengan cara membagi hasil kesalahan absolut dengan nilai observasi pada setiap periode. Kemampuan model dalam meramalkan dikatakan sangat baik jika nilai MAPE kurang dari 10% dan dikatakan baik jika nilai MAPE diantara 10%-20%. Perhitungan MAPE dirumuskan sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

A_t = Nilai sesungguhnya (Actual Value)

F_t = Hasil Peramalan (Forecast Value)

n = periode

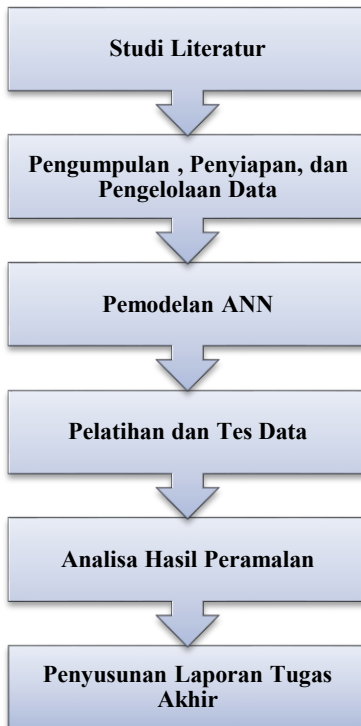
dikalikan 100% agar dapat menghasilkan persentase *error*

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB III METODOLOGI

3.1. Metodologi Penelitian

Pada bab ini menjelaskan mengenai gambaran metode pengerjaan serta alur pengerjaan tugas akhir ini. Gambar 3.1 menggambarkan tahapan dalam pengerjaan tugas akhir.



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

3.2. Uraian Metodologi

Berikut ini merupakan penjelasan dari setiap tahapan yang ada pada metodologi yang digunakan, yaitu:

3.2.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur merupakan tahap awal dari pengkajian pustaka tentang konsep dan metode yang dipakai untuk permasalahan pada tugas akhir ini. Pada tahapan ini juga dilakukan perumusan masalah, latar belakang pengangkatan masalah, tujuan dan manfaat penelitian yang dilakukan.

Tahapan ini dimulai dengan pengenalan terhadap objek yang akan diteliti yaitu minyak bumi di Indonesia, kemudian mencari literatur yang berhubungan dengan masalah terkait seperti literatur pada buku, jurnal, situs-situs di internet, *paper*, maupun laporan penelitian lainnya. Studi literatur tersebut kemudian digunakan sebagai landasan teori dalam pengerjaan tugas akhir mengenai konsep minyak bumi, peramalan, dan metode *Artificial Neural Network*.

3.2.2. Pengumpulan, Pengelolaan, dan Penyiapan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir. Data konsumsi minyak bumi ini merupakan data *time series* yang didapat dari situs resmi *BP Statistical Review of World Energy* dalam bentuk excel dengan periode tahunan tahun 1965 sampai 2014. [3]

Setelah data didapatkan, dilakukan penyiapan dan pengelolaan data. Pengelolaan data yaitu dengan melakukan interpolasi data untuk memenuhi kebutuhan data peramalan, kemudian melakukan pembagian data menjadi dua bagian, yaitu 70% untuk data training dan 30% untuk data testing.

3.2.3. Pemodelan ANN

Pada tahapan ini dilakukan perancangan model ANN dengan langkah-langkah seperti berikut:

- a. Menentukan lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan luaran (*output layer*)
Variabel masukan dalam penelitian ini adalah jumlah konsumsi setiap 3 bulan. Sedangkan variabel keluaran dalam penelitian ini adalah prediksi jumlah konsumsi pada kurun waktu satu tahun ke depan.
- b. Menentukan fungsi aktivasi yang digunakan pada setiap layer yang digunakan untuk memformulasikan *output* dari setiap neuron. Selain itu juga ditentukan parameter-parameter dalam proses pelatihan.
- c. Penggunaan Algoritma Backpropagation.
Pelatihan Backpropagation melalui dari 3 fase, yaitu fase *Feed Forward*, Fase *Backpropagation Error*, dan Fase Perubahan Nilai Bobot

3.2.3. Pelatihan dan Tes Data

Setelah ditentukan pemodelan ANN yang akan dipakai, tahap berikutnya yaitu menerapkan model ANN tersebut. Proses yang sudah dirancang ini akan menggunakan alat bantu yaitu dengan *software* Matlab.

3.2.3. Analisa Hasil ANN

Pada tahapan ini dilakukan analisa hasil peramalan dengan melakukan perbandingan data aktual dengan data peramalan, kemudian melakukan perhitungan tingkat akurasi dari hasil peramalan dengan melakukan pengukuran menggunakan fungsi Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

3.2.4. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Tahap ini merupakan tahap terakhir proses pengerjaan tugas akhir. Pada tahapan ini akan dilakukan penyusunan laporan tugas akhir yang berisi dokumentasi dan analisis langkah-langkah pengerjaan

penelitian secara rinci, kesimpulan, saran terhadap hasil dari penelitian yang didapatkan.

BAB IV

PERANCANGAN

Tujuan pengerjaan tugas akhir ini adalah untuk menghasilkan *model* dan hasil peramalan konsumsi minyak bumi menggunakan ANN. Untuk mencapai tujuan ini, pada bab perancangan ini akan dijelaskan tentang proses Pengumpulan Data, Pengolahan Data, Pra-Proses Data dan Perancangan Model Jaringan Saraf Tiruan.

4.1. Pengumpulan, Pengolahan, dan Penyiapan Data

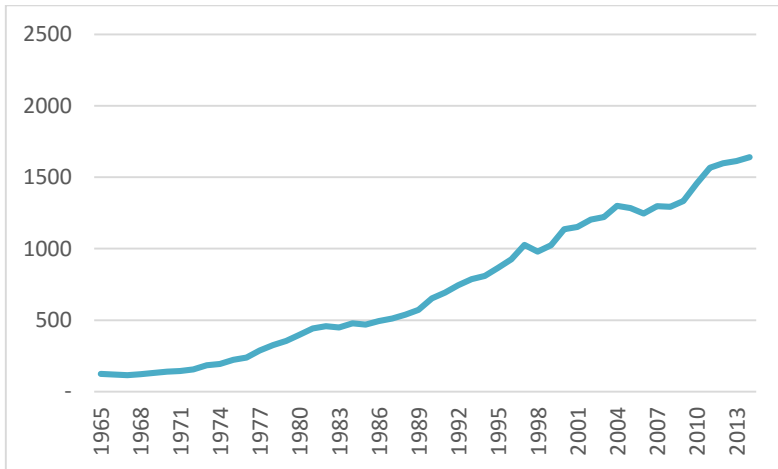
Data yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah data konsumsi minyak bumi di Indonesia yang didapat dari situs resmi *British Petroleum Statistical Review of World Energy*. Data yang didapat berupa data tahunan dari tahun 1965 sampai 2014. Pada data peramalan ini, penulis hanya menggunakan satu variabel yaitu variabel konsumsi minyak bumi, karena tidak ada variabel yang mempengaruhi jumlah konsumsi minyak bumi di Indonesia, sehingga rancangan model ANN yang digunakan pada tugas akhir ini akan berbentuk *time series*, yaitu dengan melihat data hingga beberapa hari ke belakang.

4.2. Pra-Proses Data

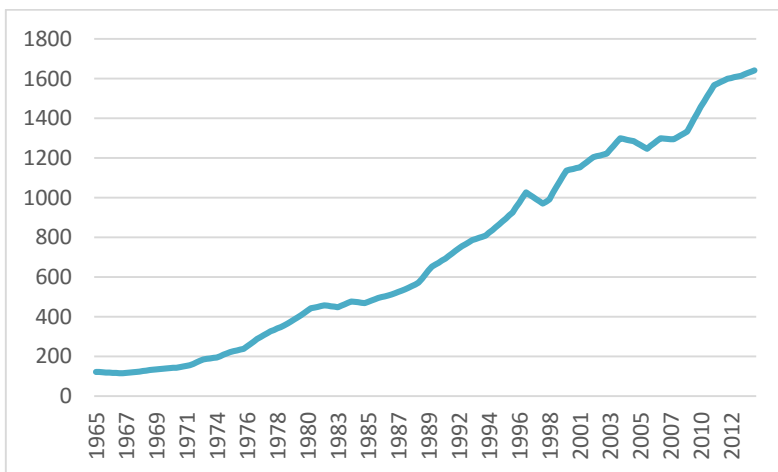
Pada tahap pra proses data dilakukan interpolasi data dari data tahunan menjadi data quarter tahun. Interpolasi ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan jumlah data peramalan. Interpolasi digunakan dengan mencari nilai yang terletak pada dua buah titik atau lebih [15]. Pada tugas akhir ini, interpolasi digunakan untuk mencari data jumlah konsumsi minyak bumi di Indonesia dalam quarter tahunan. Jenis interpolasi yang dilakukan adalah interpolasi linear dikarenakan ada dua buah titik yang dapat ditarik garis lurus di antara kedua titik tersebut. Jika dilihat pada gambar 4.1, data

jumlah konsumsi minyak bumi di Indonesia cenderung naik, sehingga dapat digunakan interpolasi linear.

Gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan data yang akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4.1 Data Tahunan Konsumsi Minyak Bumi Indonesia

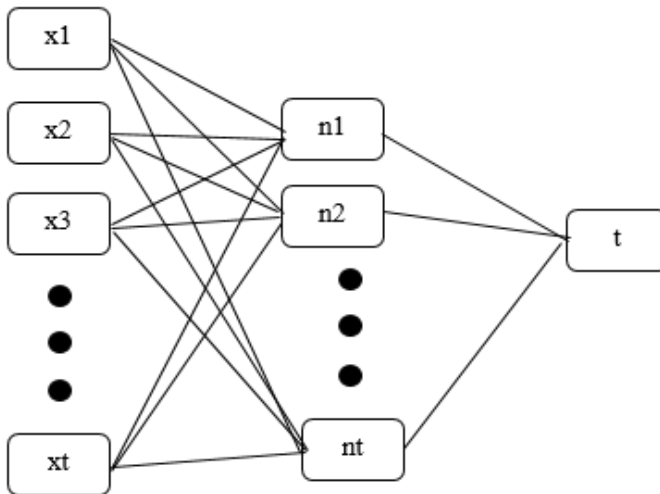


Gambar 4.2 Data Quarter Minyak Bumi Indonesia Setelah dilakukan Interpolasi Data

4.3. Perancangan Model ANN

Yang pertama disiapkan dalam perancangan model adalah pembagian data menjadi dua, yaitu data pelatihan (*training*) dan data pengujian (*testing*). Komposisi data pelatihan sebanyak 70% dari keseluruhan data, sedangkan untuk data pengujian sebesar 30% dari keseluruhan data. Model ANN pada tugas akhir ini terdiri dari *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* beserta parameter-parameter yang akan digunakan dalam masa pelatihan. Pada *hidden layer* terdiri dari satu lapisan, lapisan ini berisi neuron dengan fungsi aktivasi sigmoid biner. Jumlah neuron pada *hidden layer* ditentukan dengan proses *trial and error*.

Pada *output layer* berisi 1 neuron yaitu jumlah konsumsi minyak bumi Indonesia. Kemudian dalam rancangan model peramalan juga dibutuhkan parameter. Parameter merupakan nilai-nilai yang digunakan untuk mengenali pola data. Berikut merupakan arsitektur ANN yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Arsitektur ANN

Rincian rancangan arsitektur ANN yang digunakan untuk meramalkan konsumsi minyak bumi di Indonesia dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Rancangan Model Peramalan

Parameter	Jumlah	Deskripsi
Input Layer	1-30 neuron	Konsumsi Minyak Bumi di Indonesia
Hidden Layer	Trial & Error	1-24
Output Layer	1	Hasil Peramalan Konsumsi Minyak Bumi di Indonesia
Learning Rate	Trial & Error	0.1-0.9
Momentum	Trial & Error	0.1-0.9
Epoch	Trial & Error	1000

Parameter	Jumlah	Deskripsi
Fungsi Aktivasi	2	Tansig dan Purelin

4.4. Pemilihan Model Terbaik

Model terbaik neural network dibentuk dari parameter-parameter yang telah ditentukan berdasarkan percobaan yang dilakukan untuk mencari model dengan nilai error terendah. Percobaan-percobaan yang dilakukan yaitu dengan mengombinasikan masing-masing dari nilai parameter.

Tahapan-tahapan pencarian model terbaik pada tugas akhir ini dilakukan dengan cara mengubah nilai dari satu parameter ke parameter lain sehingga didapatkan nilai error terendah. Setelah diketahui nilai error terendah dari parameter pertama, maka dilanjutkan lagi percobaan dengan menggunakan parameter pertama tersebut dengan mengganti nilai parameter dengan parameter lain hingga didapatkan nilai error terendah. Tahapan ini terus dilakukan hingga ditemukan model dengan nilai error paling rendah untuk seluruh parameter yang dijadikan percobaan.

Berikut merupakan tahapan percobaan parameter yang dilakukan dalam percobaan tugas akhir ini adalah [16]:

4.4.1 Fungsi Pelatihan

Pada tugas akhir ini fungsi pelatihan yang digunakan yaitu *Neural Network with Adaptive Learning Rate and Momentum terms*. Fungsi pelatihan ini mampu memperbaharui nilai dari learning rate selama proses pelatihan. Perubahan ini dipengaruhi oleh hasil error yang muncul pada saat proses pelatihan. Selain itu digunakan juga parameter momentum untuk meminimalkan gangguan kecil yang muncul pada saat proses pelatihan. [17]

4.4.2 Jumlah neuron pada *input layer*

Jumlah neuron pada *input layer* ditentukan oleh periode data sebelumnya. Pemodelan ANN menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$y(t) = f(y_{(t-1)}, y_{(t-2)}, \dots, y_{(t-n)})$$

Keterangan:

$y_{(t-1)}$: data 1 data periode sebelumnya

$y_{(t-2)}$: data 2 data periode sebelumnya

$y_{(t-n)}$: data n data periode sebelumnya

4.4.3 Jumlah neuron pada *hidden layer*

Jumlah neuron pada *hidden layer* memiliki pengaruh terhadap fleksibilitas model terhadap input [17]. Semakin banyak jumlah neuron, maka model neural network lebih fleksibel dikarenakan banyak input yang dapat dioptimalkan. Namun jika jumlah neuron pada *hidden layer* terlalu banyak, maka input tidak dapat dipelajari dengan baik. Pada tugas akhir ini akan dilakukan percobaan jumlah neuron pada *hidden layer* mulai dari n sampai 3n.

4.4.4 Fungsi Aktivasi

Pada tugas akhir ini, fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid dan hyperbolic tangent pada *hidden layer*, sedangkan fungsi aktivasi pada neuron pada *output layer* hanya menggunakan fungsi linear. [17]

4.4.5 Laju Pembelajaran (*Learning Rate*)

Nilai laju pembelajaran yang ditetapkan adalah nilai dari inisiasi awal sebelum diubah selama pembelajaran pada tugas akhir ini adalah 0.1 sampai 0.9 [17]

4.4.6 Momentum

Nilai momentum yang terlalu besar menyebabkan model menjadi tidak sensitif terhadap gangguan sehingga tidak mampu melakukan pembelajaran dengan baik. Pada tugas akhir ini, nilai momentum yang dipakai yaitu mulai dari 0.1 sampai 0.9. [17]

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB V

IMPLEMENTASI

Pada bab ini berisi tentang proses pengolahan data yang didapatkan dari tahap rancangan sebelumnya dan proses implementasi metode ANN untuk meramalkan jumlah konsumsi minyak bumi di Indonesia.

5.1. Penyiapan Data Masukan

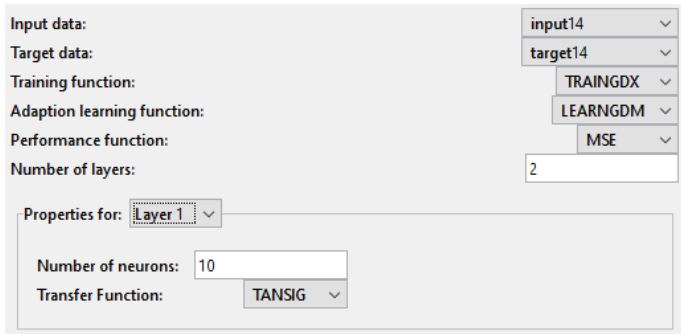
Penelitian ini menggunakan data quarter tahunan selama 50 tahun mulai dari tahun 1965 sampai 2014. Jumlah data yang ada yaitu sebanyak 200 data setelah data dilakukan interpolasi. Model ANN mempunyai dua tahapan proses di dalamnya, yaitu proses *training* dan proses *testing*. Data kemudian dibagi menjadi dua bagian, 70% dari data keseluruhan yaitu sebanyak 140 entri data pelatihan (*training*) dan 30% data entri dijadikan data pengujian (*testing*) yaitu sebanyak 60 entri data.

5.2. Pembentukan ANN

Tahap pertama yaitu membuat jaringan yang akan digunakan dengan melakukan proses training. Fungsi yang digunakan pada matlab untuk membuat jaringan yaitu dengan menggunakan syntax `nntool`. Pada pembentukan ANN dibutuhkan empat input. Input pertama adalah matrix minimum dan maximum dalam vektor input yaitu `input`. Input kedua adalah jumlah layer yang dibutuhkan. Input ketiga adalah fungsi aktivasi yang digunakan dalam setiap layer dan input keempat adalah fungsi aktivasi yang akan digunakan dalam proses training.

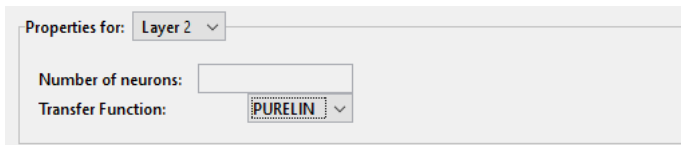
Jumlah neuron input akan diuji coba untuk mendapatkan pemodelan ANN yang optimal. Sedangkan jumlah neuron *hidden layer* akan dilakukan uji coba ketika telah mendapatkan optimal.

Pada toolbox yang ada pada aplikasi matlab, terdapat transfer function yang nantinya diisi oleh fungsi yang akan digunakan. Pada tugas akhir ini digunakan fungsi tansig dan purelin.



The screenshot shows the 'Layer 1' properties window in the MATLAB toolbox. The 'Input data' is set to 'input14' and the 'Target data' is set to 'target14'. The 'Training function' is 'TRAINGDX', the 'Adaption learning function' is 'LEARNGDM', and the 'Performance function' is 'MSE'. The 'Number of layers' is set to 2. Under 'Properties for: Layer 1', the 'Number of neurons' is 10 and the 'Transfer Function' is 'TANSIG'.

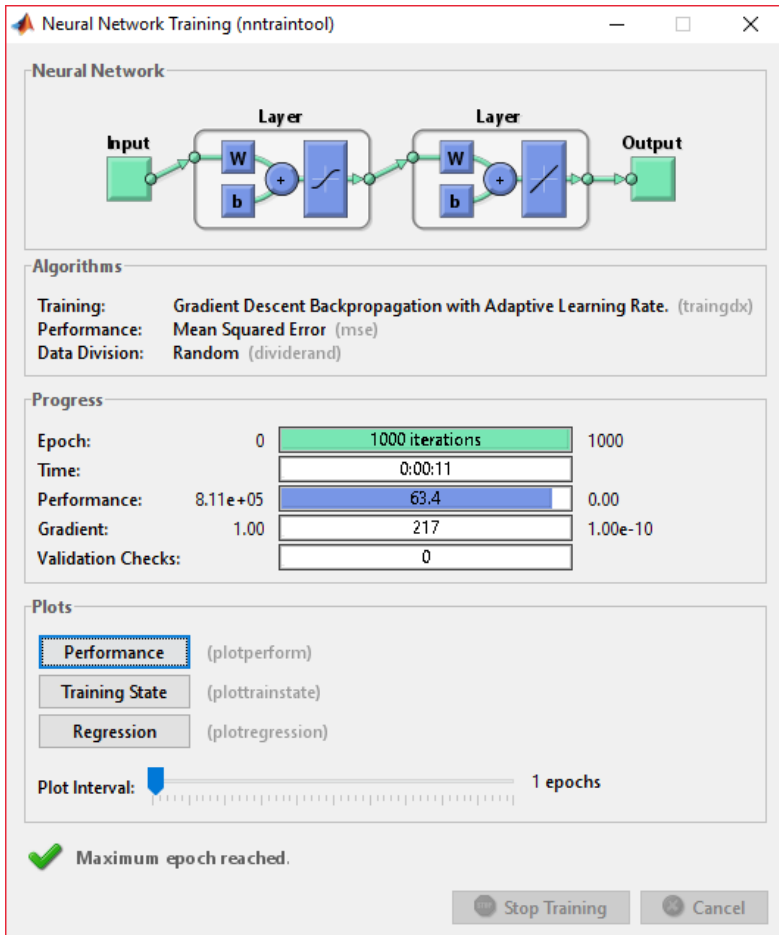
Gambar 5.1 Toolbox pada Matlab Ketika Menentukan Jumlah Input dan Fungsi Aktivasi Tansig (Layer 1)



The screenshot shows the 'Layer 2' properties window in the MATLAB toolbox. The 'Number of neurons' is set to 10 and the 'Transfer Function' is 'PURELIN'.

Gambar 5.2 Toolbox pada Matlab Ketika Menentukan Jumlah Input dan Fungsi Aktivasi Purelin (Layer 2)

Tansig merupakan fungsi aktivasi sigmoid bipolar yang digunakan untuk mengirimkan informasi dari *input layer* melalui bobot ke neuron pada *hidden layer* yang mempunyai rentang antara 1 sampai -1. Sedangkan purelin merupakan fungsi aktivasi linear yang dipakai untuk menghasilkan nilai output dengan rentang yang sama dengan nilai inputnya. Fungsi aktivasi training berikutnya adalah traingdx. Fungsi traingdx mengombinasikan learning rate dengan momentum pada saat training.



Gambar 5.3 Aplikasi Matlab Ketika Melakukan Proses Peramalan

5.3. Penentuan Parameter ANN

Dalam tugas akhir ini, parameter pertama yang ditetapkan adalah jumlah neuron pada *input layer* dan dalam *hidden layer* dan jenis

fungsi aktivasi. Sedangkan beberapa nilai parameter pelatihan ANN diberikan secara manual dan diatur setelah model awal terbentuk sebelum dilakukan pelatihan. Besarnya parameter-parameter tersebut adalah bebas sehingga didapat jaringan dengan tingkat pengenalan yang optimal.

Jenis pelatihan *Adaptive Learning Rate and Momentum* dengan menggunakan sintaks `trainidx` pada matlab. Sintaks yang digunakan setelah terbentuknya model adalah

```
net.trainFcn='trainidx';
```

Fungsi pelatihan juga memiliki inisiasi awal laku pembelajaran (*learning rate*) dan momentum yang diatur dengan menggunakan sintaks

```
net.trainParam.lr = x;
```

```
net.trainParam.mc = y;
```

dimana x merupakan nilai inisiasi awal learning rate dengan rentang nilai 0 sampai 1, sedangkan y merupakan nilai untuk momentum dengan rentang nilai dari 0 sampai 1.

Selain fungsi pelatihan, learning rate, dan momentum, terdapat nilai epoch atau iterasi yang digunakan. Sintaks yang digunakan untuk mengatur nilai iterasi yaitu

```
net.trainParam.Epoch = 1000;
```

5.4. Proses Pelatihan (*Training*)

Pada proses training digunakan sebanyak 140 data sebagai data training dan 60 data sebagai data testing. Sintaks yang digunakan untuk melakukan training yaitu:

```
net = train (net, input, output);
```

dimana `net` merupakan model yang telah dibentuk sebelumnya, `pn` merupakan data pelatihan yang akan digunakan untuk melatih

mode, dan t_n yang akan dijadikan acuan model untuk output dalam melakukan pelatihan.

Pelatihan model akan terus berjalan hingga suatu kondisi tertentu yang menghentikan proses pelatihan, yaitu ketika nilai telah mencapai iterasi, waktu pelatihan maksimal, dan gradien yang telah ditetapkan. Proses training perlu dilakukan berulang kali pada setiap parameter yang digunakan karena setiap kali dijalankan bobot untuk masing-masing parameter yang sama akan menghasilkan output yang berbeda-beda. Maka dari itu akan dilakukan training sebanyak 3 kali percobaan di setiap parameter untuk mencari nilai MAPE.

5.5. Simulasi pada *Training*

Tahap setelah melakukan proses training yaitu melakukan simulasi pada jaringan yang telah dibuat dengan menggunakan sintaks:

```
s = sim (net, input)
```

dimana s merupakan hasil simulasi pada proses training, net merupakan model ANN yang telah dibentuk, dan $input$ merupakan matriks input yang akan disimulasikan.

Dari seluruh hasil simulasi pelatihan, model neural network terbaik dengan nilai error terkecil akan dipilih dan akan dipakai untuk pengujian.

5.1. Simulasi Pengujian (*Testing*)

Ketika model neural network terbaik telah dipilih, tahap selanjutnya yaitu melakukan simulasi pengujian. Pada tahapan ini dilakukan kembali simulasi menggunakan model terbaik tersebut, namun memakai data yang berbeda yaitu data yang dialokasikan untuk testing. Tujuan dari simulasi pengujian adalah untuk

mengetahui performa model ketika dihadapkan dengan data lain. Sintak yang digunakan untuk simulasi pengujian yaitu

```
t = sim(net, tes)
```

dimana `t` merupakan hasil simulasi testing, `net` merupakan model neural network dengan model terbaik dari proses pelatihan, dan `tes` merupakan data pengujian yang akan disimulasikan.

BAB VI

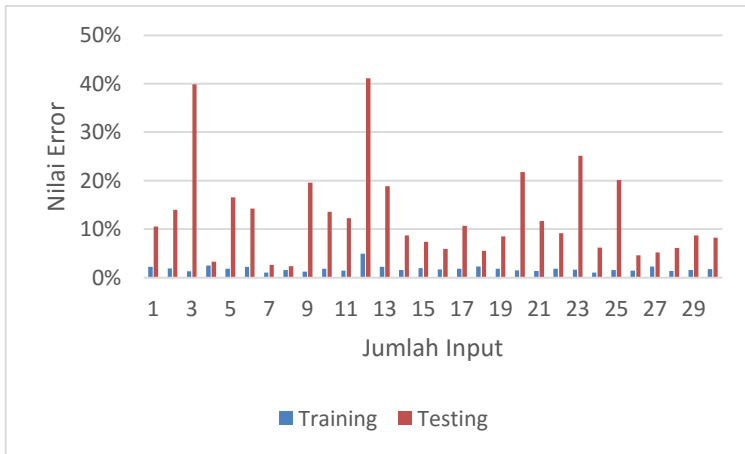
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan dari perancangan dan implementasi peramalan konsumsi minyak bumi di Indonesia. Bab ini meliputi hasil eksperimen, model terbaik, hasil uji coba penentuan parameter dan hasil peramalan konsumsi minyak bumi.

6.1. Hasil Eksperimen

Pada tugas akhir ini, model neural network yang dipilih adalah model terbaik sesuai dengan parameter-parameter penyusunnya.

Dari proses training dan testing dengan model yang sudah ditentukan, dilakukan perhitungan akurasi model dengan membandingkan data aktual dengan data peramalan. Perhitungan akurasi tersebut menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil eksperimen pada data training dan testing dapat dilihat pada gambar 6.1



Gambar 6.1 Nilai Error dari Setiap Percobaan Input

Hasil peramalan dari setiap percobaan adalah sebagai berikut.

6.1.1 Model ANN 1

Proses training dan testing pada model ANN 1 menggunakan neuron input sebanyak 1. Jumlah entri data training sebanyak 137 data didapatkan nilai MAPE sebesar 2.223 %, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 59 data didapatkan nilai MAPE sebesar 10.543%

6.1.2 Model ANN 2

Proses training dan testing pada model ANN 2 menggunakan neuron input sebanyak 2. Jumlah entri data training sebanyak 136 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.903%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 59 data didapatkan nilai MAPE sebesar 13.980%

6.1.3 Model ANN 3

Proses training dan testing pada model ANN 3 menggunakan neuron input sebanyak 3. Jumlah entri data training sebanyak 135 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.258%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 59 data didapatkan nilai MAPE sebesar 39.878%

6.1.4 Model ANN 4

Proses training dan testing pada model ANN 4 menggunakan neuron input sebanyak 4. Jumlah entri data training sebanyak 135 data didapatkan nilai MAPE sebesar 2.452%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 58 data didapatkan nilai MAPE sebesar 3.268%

6.1.5 Model ANN 5

Proses training dan testing pada model ANN 5 menggunakan neuron input sebanyak 5. Jumlah entri data training sebanyak 134 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.836%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 58 data didapatkan nilai MAPE sebesar 16.541%

6.1.6 Model ANN 6

Proses training dan testing pada model ANN 6 menggunakan neuron input sebanyak 6. Jumlah entri data training sebanyak 133 data didapatkan nilai MAPE sebesar 2.199%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 58 data didapatkan nilai MAPE sebesar 14.231%

6.1.7 Model ANN 7

Proses training dan testing pada model ANN 7 menggunakan neuron input sebanyak 7. Jumlah entri data training sebanyak 133 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.016%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 57 data didapatkan nilai MAPE sebesar 2.617%

6.1.8 Model ANN 8

Proses training dan testing pada model ANN 8 menggunakan neuron input sebanyak 8, jumlah entri data sebanyak 132 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.546%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 57 data didapatkan nilai MAPE sebesar 2.326%

6.1.9 Model ANN 9

Proses training dan testing pada model ANN 9 menggunakan neuron input sebanyak 9. Jumlah entri data sebanyak 131 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.235% , sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 57 data didapatkan nilai MAPE sebesar 19.570%

6.1.10 Model ANN 10

Proses training dan testing pada model ANN 10 menggunakan neuron input sebanyak 10. Jumlah entri data sebanyak 130 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.785%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 57 data didapatkan nilai MAPE sebesar 13.573%

6.1.11 Model ANN 11

Proses training dan testing pada model ANN 11 menggunakan neuron input sebanyak 11. Jumlah entri data sebanyak 130 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.445%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 56 data didapatkan nilai MAPE sebesar 12.237%

6.1.12 Model ANN 12

Proses training dan testing pada model ANN 12 menggunakan neuron input sebanyak 12. Jumlah entri data sebanyak 129 data didapatkan nilai MAPE sebesar 4.923%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 56 data didapatkan nilai MAPE sebesar 41.136%

6.1.13 Model ANN 13

Proses training dan testing pada model ANN 13 menggunakan neuron input sebanyak 13. Jumlah entri data sebanyak 128 data didapatkan nilai MAPE sebesar 2.228%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 56 data didapatkan nilai MAPE sebesar 18.888%

6.1.14 Model ANN 14

Proses training dan testing pada model ANN 14 menggunakan neuron input sebanyak 14. Jumlah entri data sebanyak 128 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.525% , sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 55 data didapatkan nilai MAPE sebesar 8.678%

6.1.15 Model ANN 15

Proses training dan testing pada model ANN 15 menggunakan neuron input sebanyak 15. Jumlah entri data sebanyak 127 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.948% , sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 55 data didapatkan nilai MAPE sebesar 7.370%

6.1.16 Model ANN 16

Proses training dan testing pada model ANN 16 menggunakan neuron input sebanyak 16. Jumlah entri data sebanyak 126 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.700%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 54 data didapatkan nilai MAPE sebesar 5.943%

6.1.17 Model ANN 17

Proses training dan testing pada model ANN 17 menggunakan neuron input sebanyak 17. Jumlah entri data sebanyak 126 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.832%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 54 data didapatkan nilai MAPE sebesar 10.701%

6.1.18 Model ANN 18

Proses training dan testing pada model ANN 18 menggunakan neuron input sebanyak 18. Jumlah entri data sebanyak 125 data didapatkan nilai MAPE sebesar 2.261%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 54 data didapatkan nilai MAPE sebesar 5.538%

6.1.19 Model ANN 19

Proses training dan testing pada model ANN 19 menggunakan neuron input sebanyak 19. Jumlah entri data sebanyak 124 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.798%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 54 data didapatkan nilai MAPE sebesar 8.504%

6.1.20 Model ANN 20

Proses training dan testing pada model ANN 20 menggunakan neuron input sebanyak 20. Jumlah entri data sebanyak 123 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.458%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 53 data didapatkan nilai MAPE sebesar 21.761%

6.1.21 Model ANN 21

Proses training dan testing pada model ANN 21 menggunakan neuron input sebanyak 21. Jumlah entri data sebanyak 123 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.350%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 53 data didapatkan nilai MAPE sebesar 11.683%

6.1.22 Model ANN 22

Proses training dan testing pada model ANN 22 menggunakan neuron input sebanyak 22. Jumlah entri data sebanyak 122 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.807%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 53 data didapatkan nilai MAPE sebesar 9.134%

6.1.23 Model ANN 23

Proses training dan testing pada model ANN 23 menggunakan neuron input sebanyak 23. Jumlah entri data sebanyak 122 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.628%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 52 data didapatkan nilai MAPE sebesar 25.140%

6.1.24 Model ANN 24

Proses training dan testing pada model ANN 24 menggunakan neuron input sebanyak 24. Jumlah entri data sebanyak 121 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.004%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 52 data didapatkan nilai MAPE sebesar 6.168%

6.1.25 Model ANN 25

Proses training dan testing pada model ANN 25 menggunakan neuron input sebanyak 25. Jumlah entri data sebanyak 120 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.585%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 52 data didapatkan nilai MAPE sebesar 20.118%

6.1.26 Model ANN 26

Proses training dan testing pada model ANN 26 menggunakan neuron input sebanyak 26. Jumlah entri data sebanyak 119 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.414%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 52 data didapatkan nilai MAPE sebesar 4.569%

6.1.27 Model ANN 27

Proses training dan testing pada model ANN 27 menggunakan neuron input sebanyak 27. Jumlah entri data sebanyak 119 data didapatkan nilai MAPE sebesar 2.273%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 51 data didapatkan nilai MAPE sebesar 5.209%

6.1.28 Model ANN 28

Proses training dan testing pada model ANN 28 menggunakan neuron input sebanyak 28. Jumlah entri data sebanyak 118 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.371%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 51 data didapatkan nilai MAPE sebesar 6.087%

6.1.29 Model ANN 29

Proses training dan testing pada model ANN 29 menggunakan neuron input sebanyak 29. Jumlah entri data sebanyak 117 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.550%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 51 data didapatkan nilai MAPE sebesar 8.684%

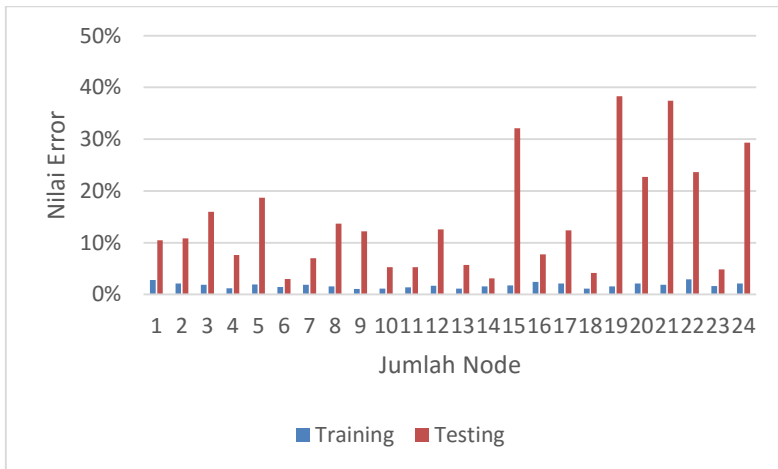
6.1.30 Model ANN 30

Proses training dan testing pada model ANN 30 menggunakan neuron input sebanyak 30. Jumlah entri data sebanyak 116 data didapatkan nilai MAPE sebesar 1.750%, sedangkan pada proses testing dengan entri data sebanyak 51 data didapatkan nilai MAPE sebesar 8.240%

Pada uraian di atas, pemilihan model terbaik diambil dari error terkecil dari data testing. Dari semua percobaan yang telah dilakukan didapatkan model terbaik dengan jumlah input 8 dengan akurasi sebesar 2.323%

6.2. Uji Coba Penentuan Parameter Node

Setelah mendapatkan nilai input terkecil pada testing, dilakukan modifikasi jumlah node *hidden layer*. Tujuan uji coba parameter adalah untuk mendapatkan nilai peramalan yang baik dengan mengetahui parameter paling optimal menggunakan nilai MAPE. MAPE didapatkan dari hasil perbandingan antara nilai peramalan dengan data aktual. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin baik peramalan tersebut. Hasil uji coba parameter node dapat dilihat pada gambar 6.2

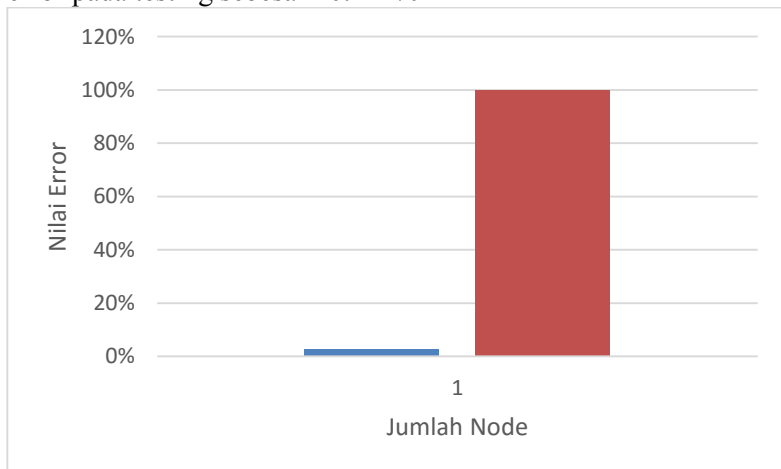


Gambar 6.2 Nilai Error dari setiap Percobaan Parameter Node

Modifikasi parameter node ini dilakukan percobaan sebanyak 1 sampai 24 node mengacu pada rumus empiris Wu dan Zhang dalam Fahmi (2011) yaitu 2 sampai tiga kali jumlah neuron pada *input layer*. Hasil peramalan dari modifikasi parameter node yaitu sebagai berikut.

6.2.1 1 Node

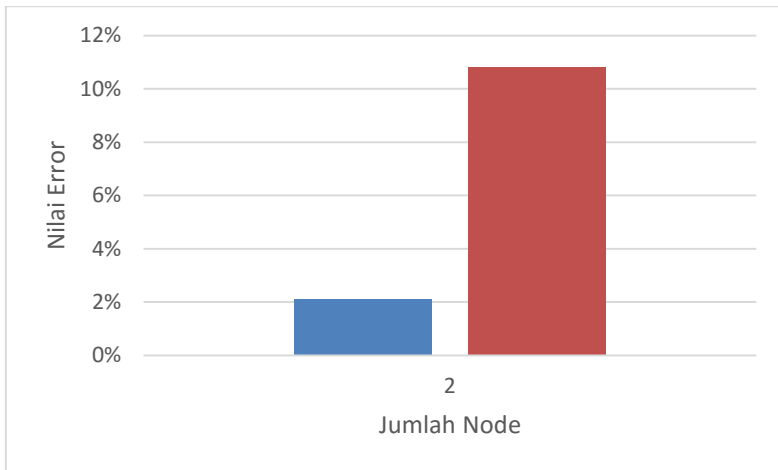
Modifikasi parameter sebanyak 1 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 2.796% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 10.444%



Gambar 6.3 Perbandingan Error Training dan Testing Node 1

6.2.2 2 Node

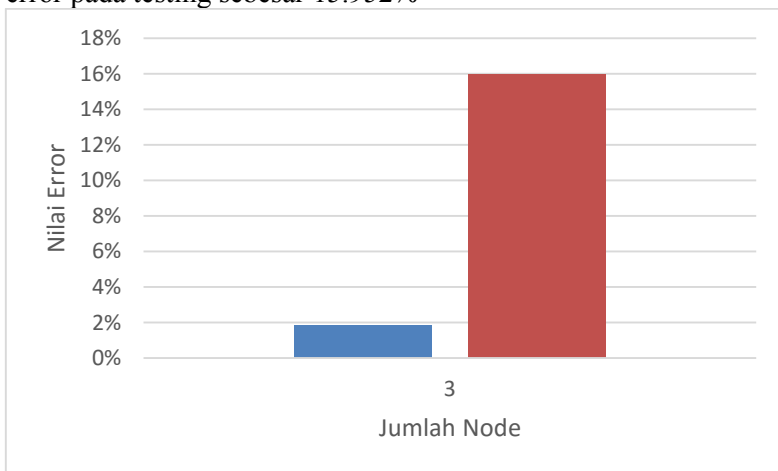
Modifikasi parameter sebanyak 2 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 2.117% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 10.830%



Gambar 6.4 Perbandingan Error Training dan Testing Node 2

6.2.3 3 Node

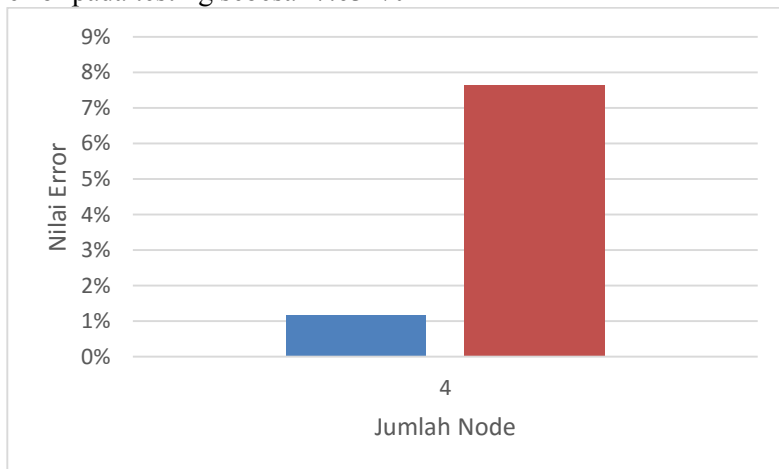
Modifikasi parameter sebanyak 3 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.861% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 15.952%



Gambar 6.5 Perbandingan Error Training dan Testing Node 3

6.2.4 4 Node

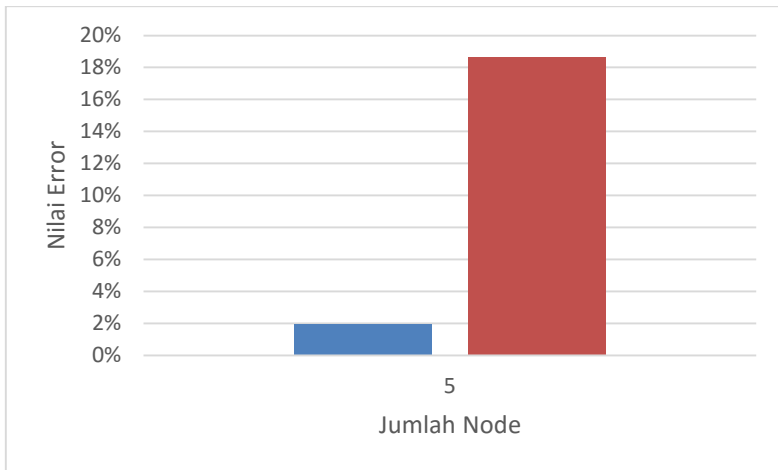
Modifikasi parameter sebanyak 4 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.180% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 7.631%



Gambar 6.6 Perbandingan Error Training dan Testing Node 4

6.2.5 5 Node

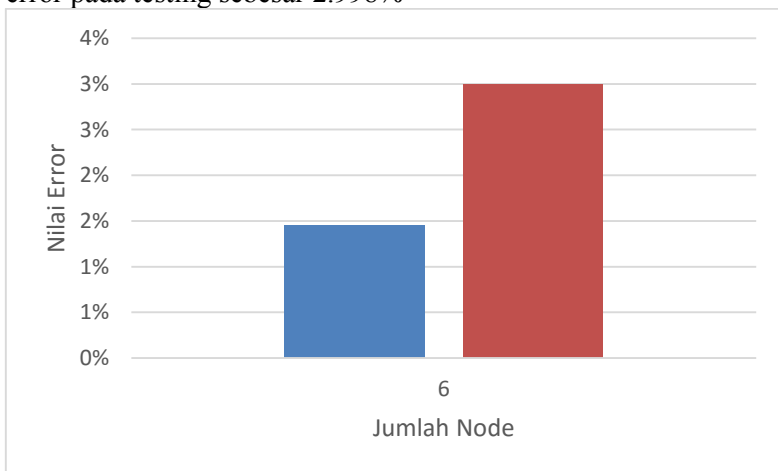
Modifikasi parameter sebanyak 5 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.948% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 18.678%



Gambar 6.7 Perbandingan Error Training dan Testing Node 5

6.2.6 6 Node

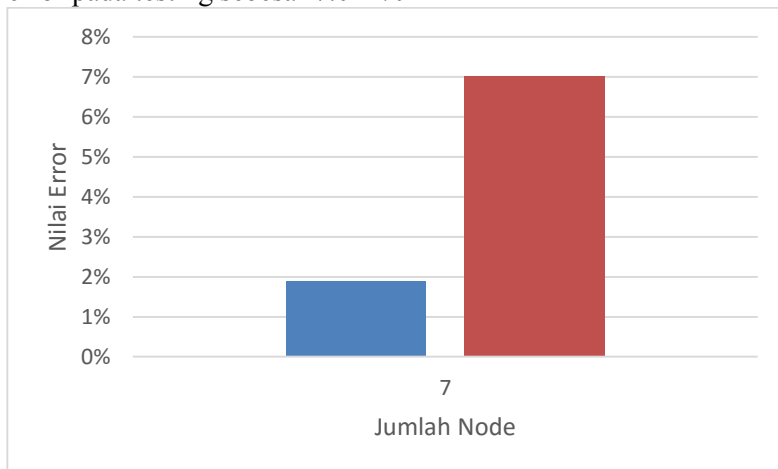
Modifikasi parameter sebanyak 6 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.449% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 2.998%



Gambar 6.8 Perbandingan Error Training dan Testing Node 6

6.2.7 7 Node

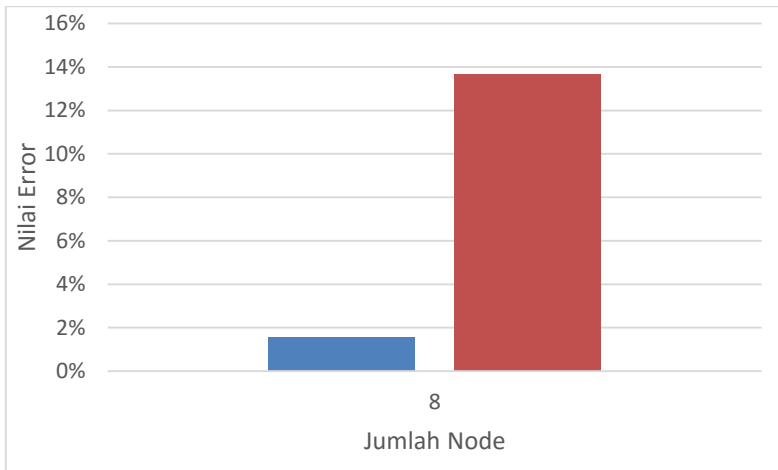
Modifikasi parameter sebanyak 7 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.894% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 7.011%



Gambar 6.9 Perbandingan Error Training dan Testing Node 7

6.2.8 8 Node

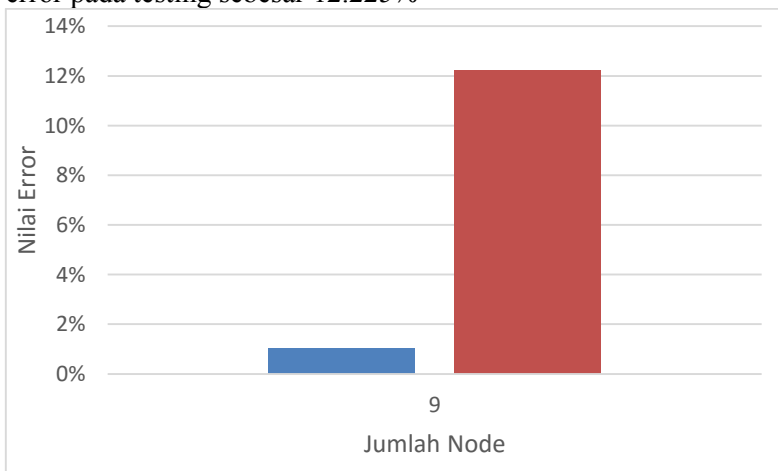
Modifikasi parameter sebanyak 8 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.537% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 13.653%



Gambar 6.10 Perbandingan Error Training dan Testing Node 8

6.2.9 9 Node

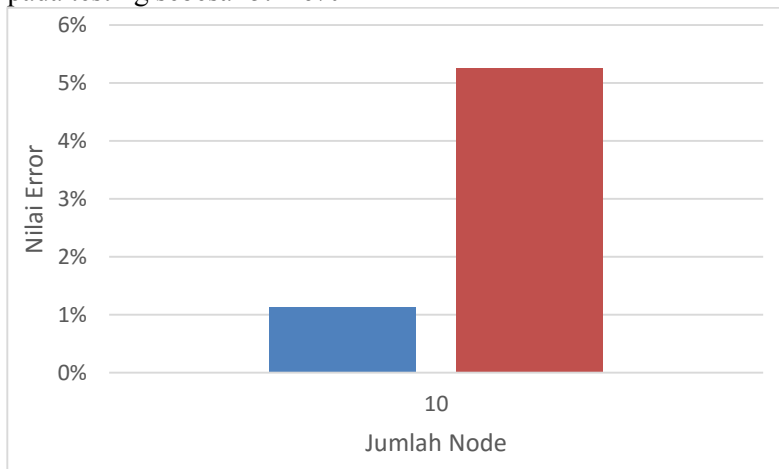
Modifikasi parameter sebanyak 9 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.039% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 12.225%



Gambar 6.11 Perbandingan Error Training dan Testing Node 9

6.2.10 10 Node

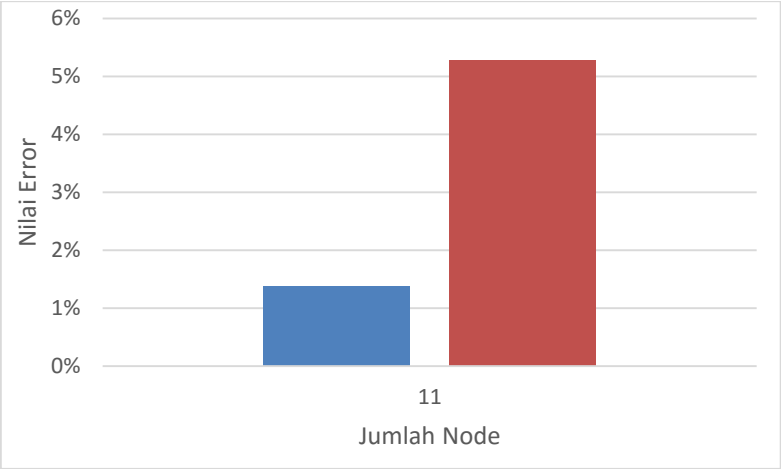
Modifikasi parameter sebanyak 10 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar pada training, sedangkan error pada testing sebesar 5.246%



Gambar 6.12 Perbandingan Error Training dan Testing Node 10

6.2.11 11 Node

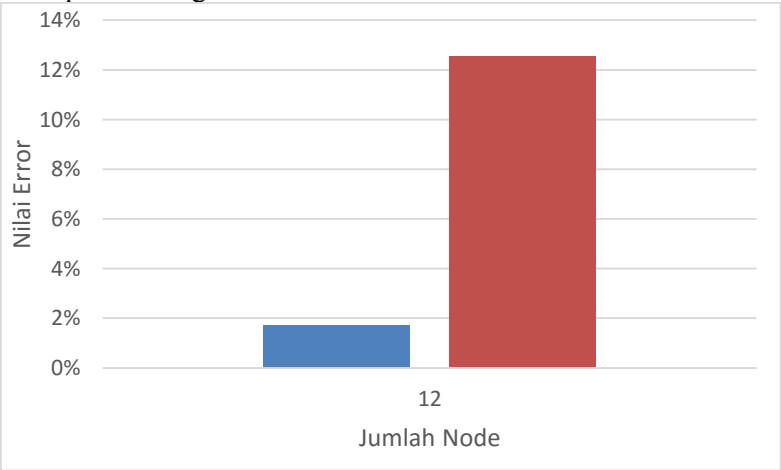
Modifikasi parameter sebanyak 11 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar pada training, sedangkan error pada testing sebesar 5.284%



Gambar 6.13 Perbandingan Error Training dan Testing Node 11

6.2.12 12 Node

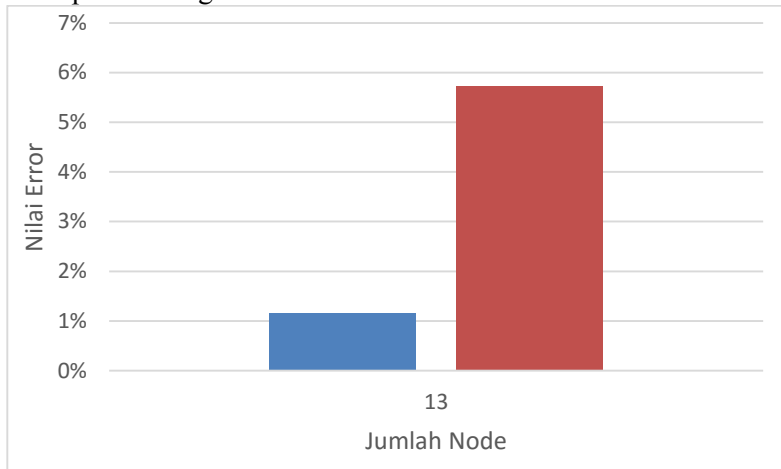
Modifikasi parameter sebanyak 12 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.129% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 12.551%



Gambar 6.14 Perbandingan Error Training dan Testing Node 13

6.2.13 13 Node

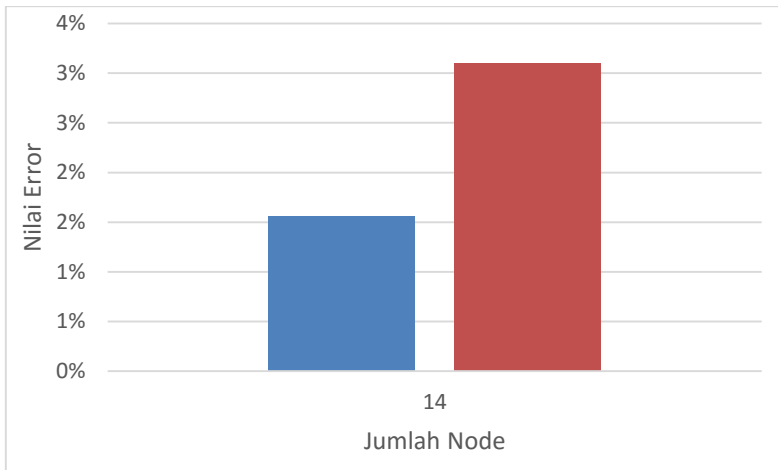
Modifikasi parameter sebanyak 13 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.372% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 5.726%



Gambar 6.15 Perbandingan Error Training dan Testing Node 12

6.2.14 14 Node

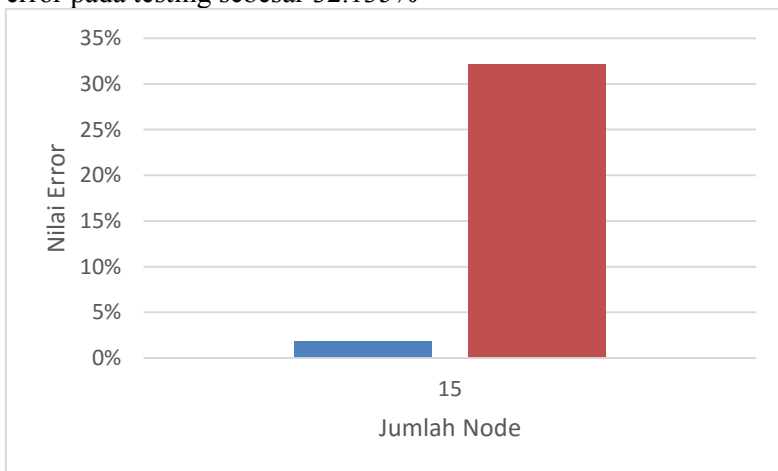
Modifikasi parameter sebanyak 14 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.563% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 3.099%



Gambar 6.16 Perbandingan Error Training dan Testing Node 14

6.2.15 15 Node

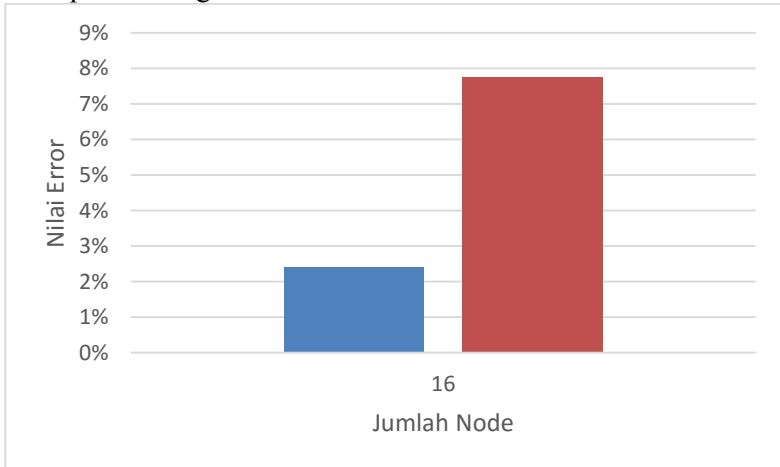
Modifikasi parameter sebanyak 15 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.773% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 32.135%



Gambar 6.17 Perbandingan Error Training dan Testing Node 15

6.2.16 16 Node

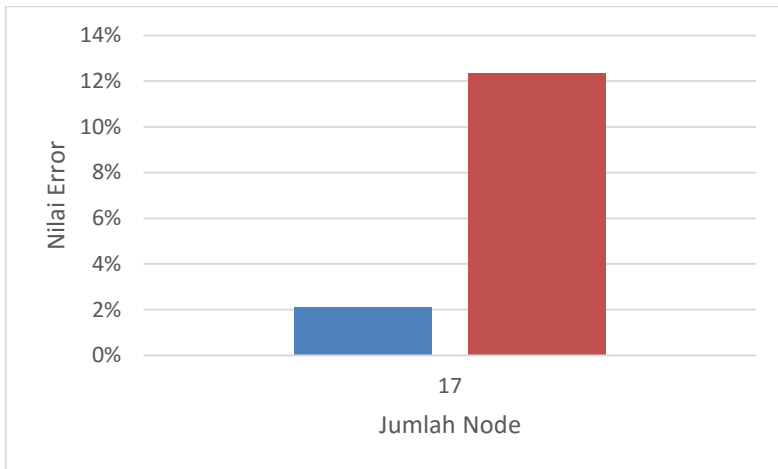
Modifikasi parameter sebanyak 16 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 2.397% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 7.748%



Gambar 6.18 Perbandingan Error Training dan Testing Node 16

6.2.17 17 Node

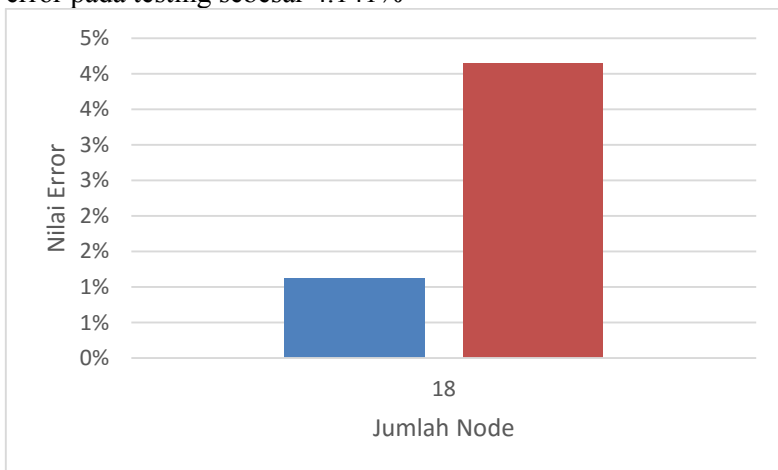
Modifikasi parameter sebanyak 17 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 2.132% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 12.367%



Gambar 6.19 Perbandingan Error Training dan Testing Node 17

6.2.18 18 Node

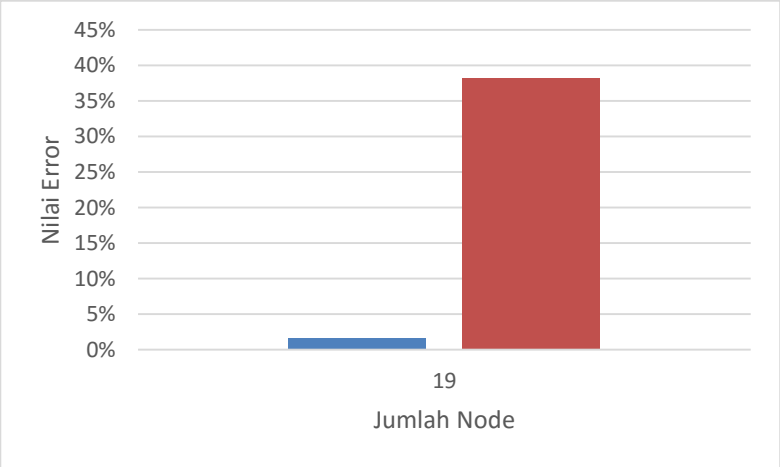
Modifikasi parameter sebanyak 18 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.120% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 4.141%



Gambar 6.20 Perbandingan Error Training dan Testing Node 18

6.2.19 19 Node

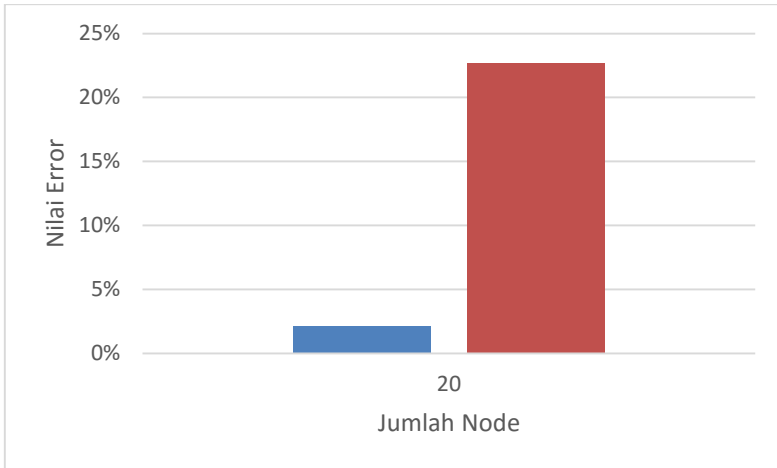
Modifikasi parameter sebanyak 19 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.587% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 38.275%



Gambar 6.21 Perbandingan Error Training dan Testing Node 19

6.2.20 20 Node

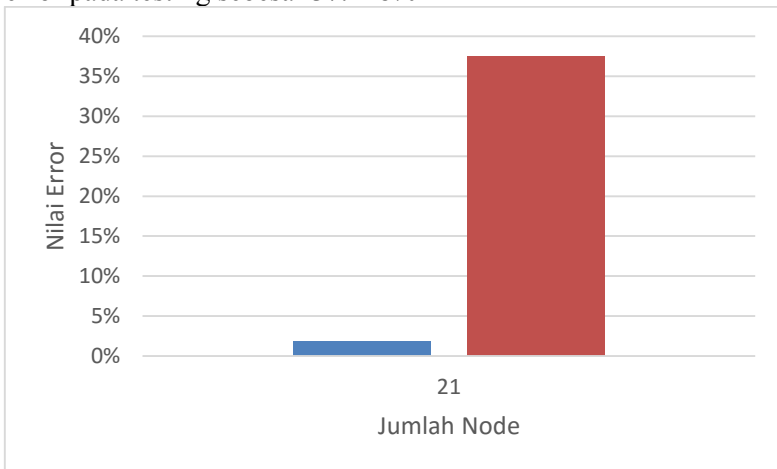
Modifikasi parameter sebanyak 20 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 2.146% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 22.720%



Gambar 6.22 Perbandingan Error Training dan Testing Node 20

6.2.21 21 Node

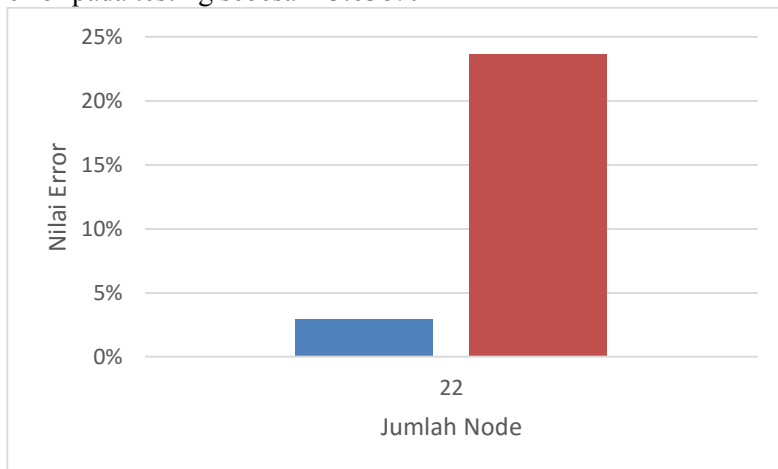
Modifikasi parameter sebanyak 21 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.851% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 37.418%



Gambar 6.23 Perbandingan Error Training dan Testing Node 21

6.2.22 22 Node

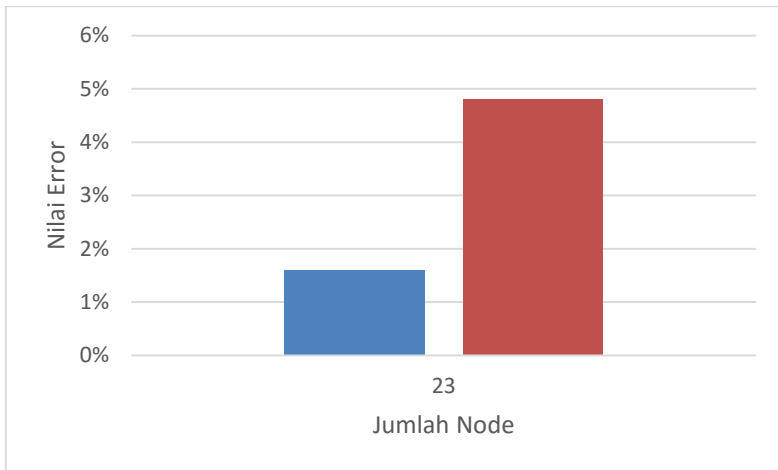
Modifikasi parameter sebanyak 22 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 2.937% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 23.638%



Gambar 6.24 Perbandingan Error Training dan Testing Node 22

6.2.23 23 Node

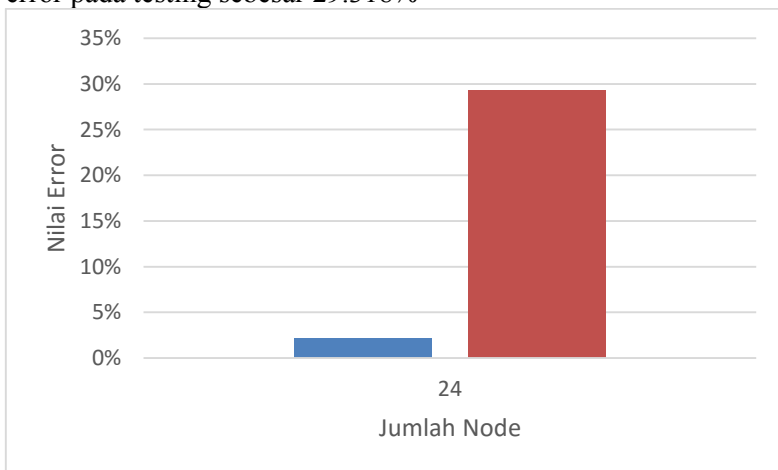
Modifikasi parameter sebanyak 23 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 1.597% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 4.811%



Gambar 6.25 Perbandingan Error Training dan Testing Node23

6.2.24 24 Node

Modifikasi parameter sebanyak 24 node pada model ANN 8 menghasilkan nilai error sebesar 2.099% pada training, sedangkan error pada testing sebesar 29.318%



Gambar 6.26 Perbandingan Error Training dan Testing Node 24

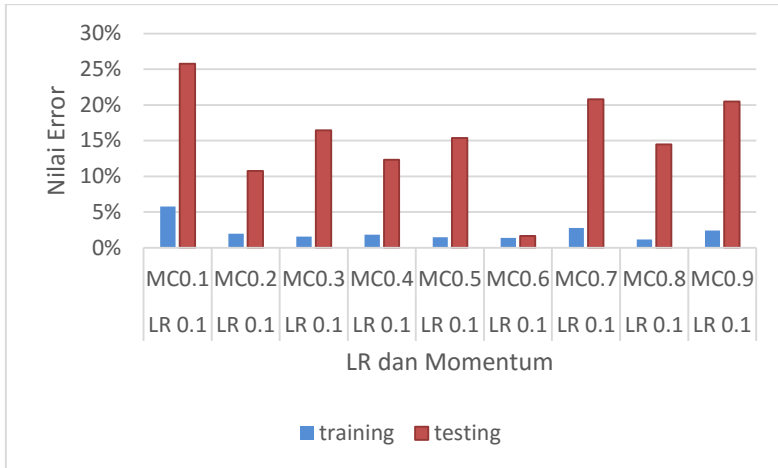
Pada gambar 6.2 dan uraian di atas dapat dilihat bahwa MAPE terkecil didapatkan pada model ANN 8 input dengan node sebanyak 6 dengan nilai error 2.998%. Pemilihan model terbaik diambil dari error terkecil dari data testing.

6.3. Uji Coba Penentuan Parameter Learning Rate dan Momentum

Setelah melakukan uji coba pada jumlah node, maka dilanjutkan dengan melakukan modifikasi parameter pada *learning rate* dan momentum. Uji coba ini dilakukan dengan cara mencoba semua *learning rate* dari 0.1 sampai 0.9 dan momentum dari 0.1 sampai 0.9. Hasil uji coba parameter *learning rate* dan momentum secara keseluruhan yaitu sebagai berikut.

6.3.1 Uji Coba Parameter LR 0.1 Momentum 0.1-0.9

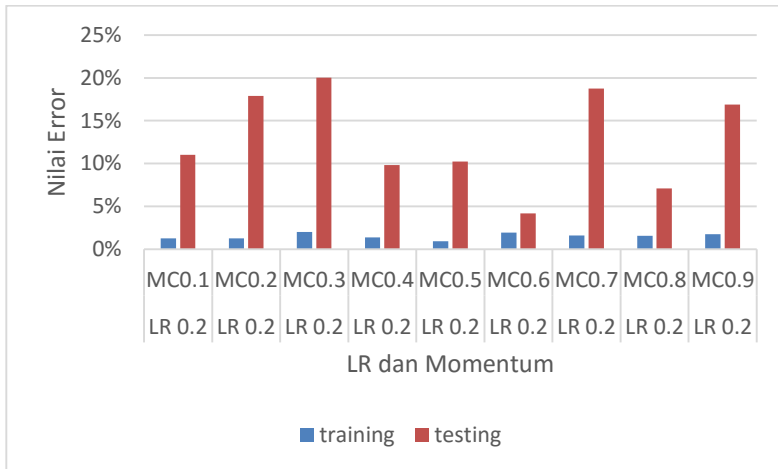
Pada gambar 6.3 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.1 dan MC 0.6 dengan nilai error sebesar 1.664%.



Gambar 6.27 Hasil MAPE pada LR 0.1 Momentum 0.1-0.9

6.3.2 Uji Coba Parameter LR 0.2 Momentum 0.1-0.9

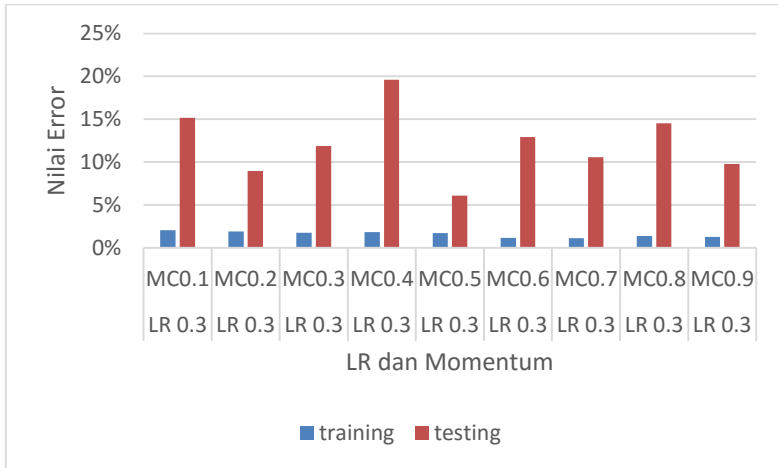
Pada gambar 6.4 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.2 dan MC 0.5 pada training, sedangkan LR 0.2 dan MC 0.6 dengan nilai error sebesar 4.180% pada testing.



Gambar 6.28 Hasil MAPE pada LR 0.2 Momentum 0.1-0.9

6.3.3 Uji Coba Parameter LR 0.3 Momentum 0.1-0.9

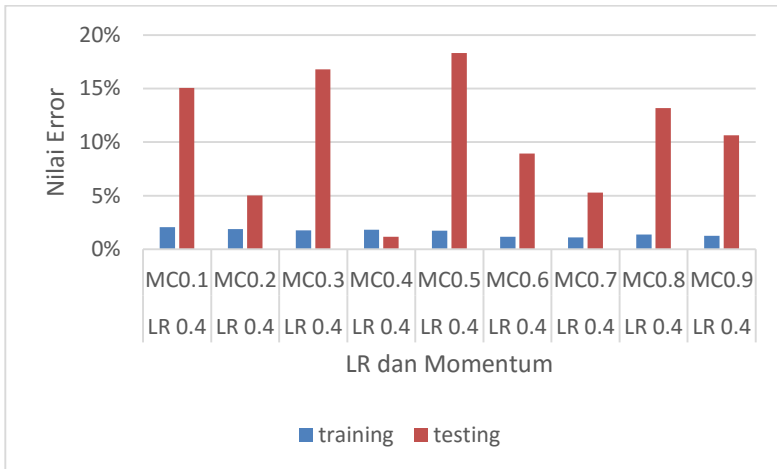
Pada gambar 6.5 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.3 dan MC 0.7 pada training, sedangkan LR 0.3 dan MC 0.4 dengan nilai error sebesar 6.077% pada testing.



Gambar 6.29 Hasil MAPE pada LR 0.3 Momentum 0.1-0.9

6.3.4 Uji Coba Parameter LR 0.4 Momentum 0.1-0.9

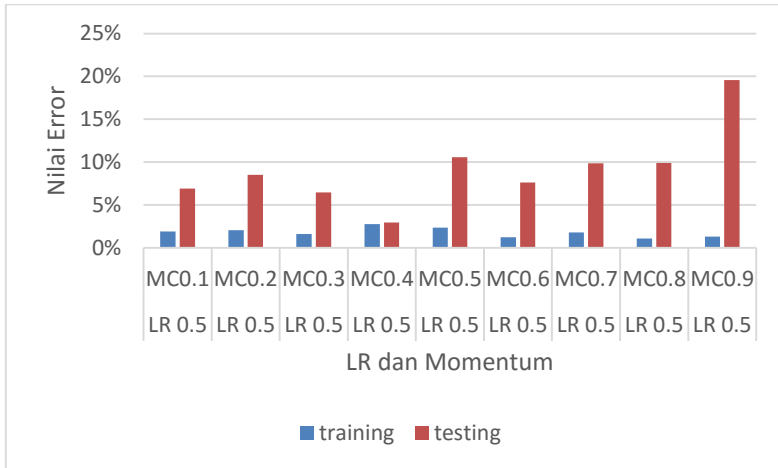
Pada gambar 6.6 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.4 dan MC 0.6 pada training, sedangkan LR 0.4 dan MC 0.4 dengan nilai error sebesar 1.153% pada testing.



Gambar 6.30 Hasil MAPE pada LR 0.4 Momentum 0.1-0.9

6.3.5 Uji Coba Parameter LR 0.5 Momentum 0.1-0.9

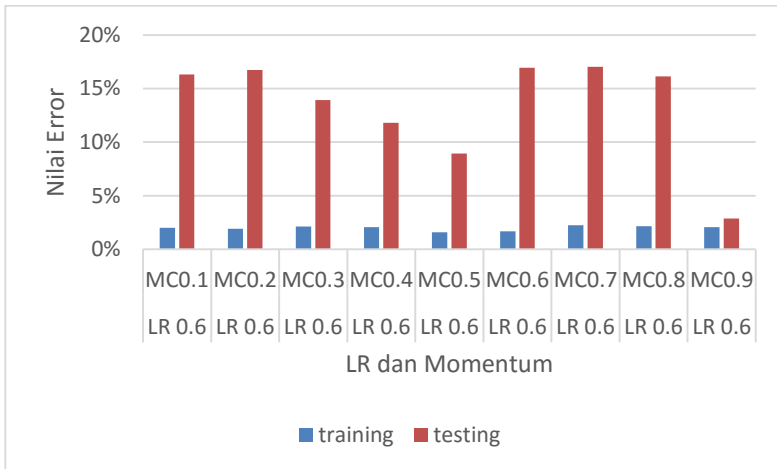
Pada gambar 6.7 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.5 dan MC 0.8 pada training, sedangkan LR 0.5 dan MC 0.6 dengan nilai error sebesar 2.957% pada testing.



Gambar 6.31 Hasil MAPE pada LR 0.5 Momentum 0.1-0.9

6.3.6 Uji Coba Parameter LR 0.6 Momentum 0.1-0.9

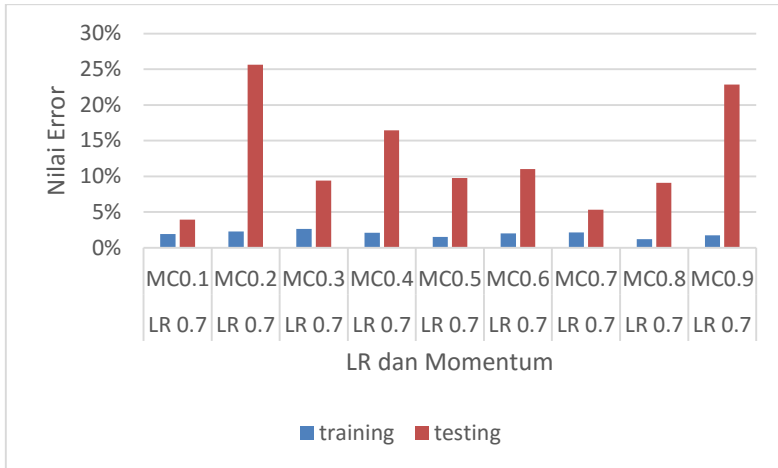
Pada gambar 6.8 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.6 dan MC 0.5 pada training, sedangkan LR 0.6 dan MC 0.9 dengan nilai error sebesar 2.879% pada testing.



Gambar 6.32 Hasil MAPE pada LR 0.6 Momentum 0.1-0.9

6.3.7 Uji Coba Parameter LR 0.7 Momentum 0.1-0.9

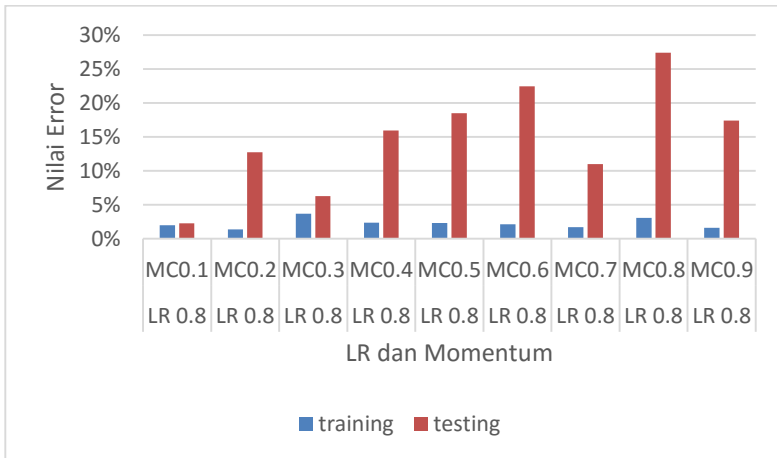
Pada gambar 6.9 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.7 dan MC 0.8 pada training, sedangkan LR 0.7 dan MC 0.1 dengan nilai error sebesar 3.961% pada testing.



Gambar 6.33 Hasil MAPE pada LR 0.7 Momentum 0.1-0.9

6.3.8 Uji Coba Parameter LR 0.8 Momentum 0.1-0.9

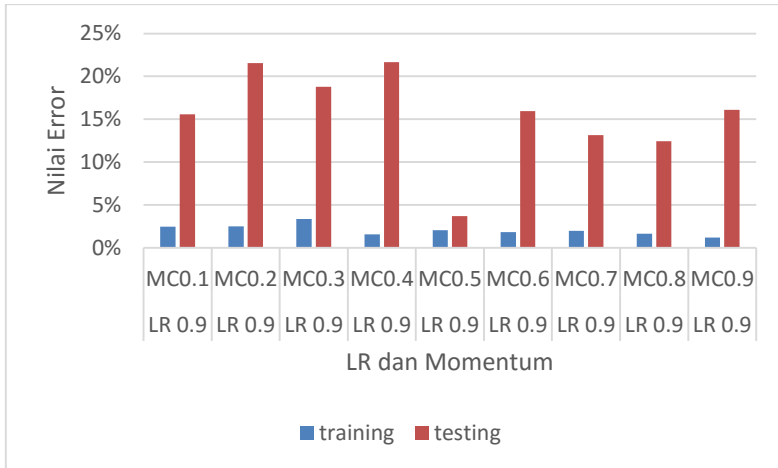
Pada gambar 6.10 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.8 dan MC 0.2 pada training, sedangkan LR 0.8 dan MC 0.1 dengan nilai error sebesar 2.248% pada testing.



Gambar 6.34 Hasil MAPE pada LR 0.8 Momentum 0.1-0.9

6.3.9 Uji Coba Parameter LR 0.9 Momentum 0.1-0.9

Pada gambar 6.11 nilai MAPE pada momentum 0.1-0.9 berubah secara fluktuatif. Nilai MAPE terkecil pada percobaan ini yaitu parameter dengan LR 0.9 dan MC 0.9 pada training, sedangkan LR 0.9 dan MC 0.5 dengan nilai error sebesar 3.699% pada testing.

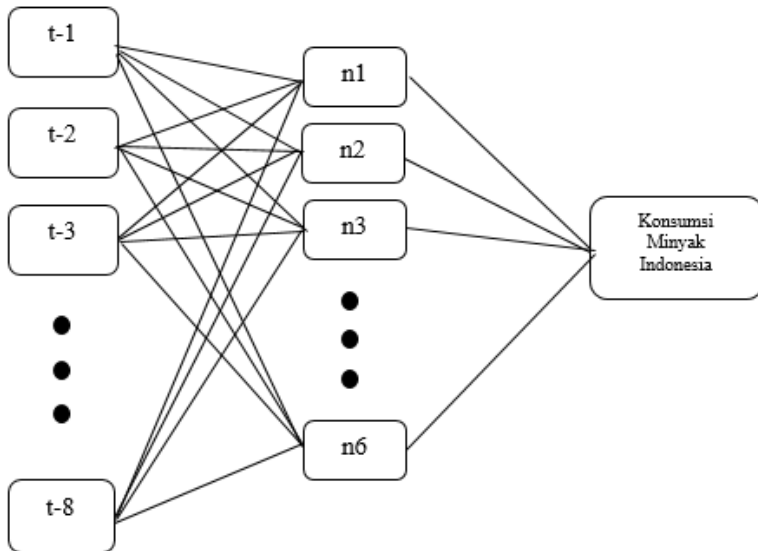


Gambar 6.35 Hasil MAPE pada LR 0.9 Momentum 0.1-0.9

Pada uraian di atas didapatkan kombinasi parameter optimal dengan menghasilkan nilai MAPE terkecil dengan learning rate sebesar 0.4 dan momentum sebesar 0.4 dengan nilai MAPE sebesar 1.153% pada testing.

6.3. Model Terbaik

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan, model terbaik untuk peramalan konsumsi minyak bumi di Indonesia menggunakan metode ANN yaitu dengan jumlah input sebanyak 8 neuron input, node *hidden layer* sebanyak 6 node, parameter epoch sebesar 1000, momentum sebesar 0.4, dan learning rate sebesar 0.4. Gambar model terbaik dapat dilihat pada gambar 6.4



Gambar 6.36 Model Artificial Neural Network 8-6-1

Keterangan :

$t-1$: data 1 periode sebelumnya

$t-2$: data 2 periode sebelumnya

$t-3$: data 3 periode sebelumnya

$t-4$: data 4 periode sebelumnya

$t-5$: data 5 periode sebelumnya

$t-6$: data 6 periode sebelumnya

$t-7$: data 7 periode sebelumnya

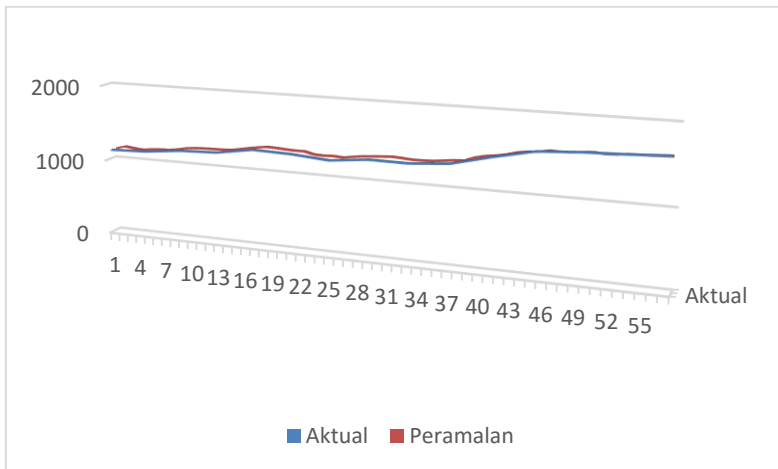
$t-8$: data 8 periode sebelumnya

n : jumlah node

1 periode = satu quarter tahun (3 bulan)

Model 8-6-1 menggambarkan bahwa model terbaik yang didapat adalah dengan 8 neuron input yang dilambangkan dengan t-1 sampai t-8, 6 neuron *hidden layer*, dan 1 neuron output Peramalan konsumsi Minyak Bumi di Indonesia.

Peramalan konsumsi minyak bumi di Indonesia dilakukan dengan menggunakan *artificial neural network* yang telah ditentukan dengan nilai terbaik sebelumnya dan menggunakan parameter paling optimal yang telah dilakukan pada tahap uji coba parameter sebelumnya. Hasil perbandingan peramalan konsumsi minyak bumi di Indonesia dapat dilihat pada gambar 6.4



Gambar 6.37 Perbandingan Data Hasil Peramalan dengan Data Aktual

Gambar 6.5 merupakan perbandingan hasil peramalan dengan data aktual dari data konsumsi minyak bumi di Indonesia. Peramalan dilakukan dengan menggunakan model terbaik yang didapat dari hasil MAPE terkecil.

LAMPIRAN A

Lampiran ini berisikan data aktual Konsumsi Minyak Bumi di Indonesia dari tahun 1965 sampai tahun 2014

Tahun	Konsumsi
1965	122
1966	118
1967	115
1968	121
1969	131
1970	138
1971	143
1972	155
1973	185
1974	194
1975	222

Tahun	Konsumsi
1976	238
1977	287
1978	326
1979	355
1980	396
1981	442
1982	457
1983	448
1984	477
1985	468
1986	494

Tahun	Konsumsi
1987	512
1988	537
1989	571
1990	653
1991	692
1992	745
1993	786
1994	809
1995	865
1996	925
1997	1026

Tahun	Konsumsi
1998	981
1999	1025
2000	1137
2001	1153
2002	1204
2003	1222

Tahun	Konsumsi
2004	1299
2005	1285
2006	1247
2007	1299
2008	1294
2009	1334

Tahun	Konsumsi
2010	1458
2011	1567
2012	1599
2013	1615
2014	1641

- Berikut merupakan data hasil interpolasi, dari data tahunan menjadi data quarter

Quarter	Tahun	Konsumsi
1	1965	
2	1965	
3	1965	
4	1965	122
1	1966	121
2	1966	120
3	1966	119
4	1966	118
1	1967	117.25
2	1967	116.5
3	1967	115.75
4	1967	115
1	1968	116.5

Quarter	Tahun	Konsumsi
2	1968	118
3	1968	119.5
4	1968	121
1	1969	123.5
2	1969	126
3	1969	128.5
4	1969	131
1	1970	132.75
2	1970	134.5
3	1970	136.25
4	1970	138
1	1971	139.25
2	1971	140.5

Quarter	Tahun	Konsumsi
3	1971	141.75
4	1971	143
1	1972	146
2	1972	149
3	1972	152
4	1972	155
1	1973	162.5
2	1973	170
3	1973	177.5
4	1973	185
1	1974	187.25
2	1974	189.5
3	1974	191.75

Quarter	Tahun	Konsumsi
4	1974	194
1	1975	201
2	1975	208
3	1975	215
4	1975	222
1	1976	226
2	1976	230
3	1976	234
4	1976	238
1	1977	250.25
2	1977	262.5
3	1977	274.75
4	1977	287
1	1978	296.75
2	1978	306.5

Quarter	Tahun	Konsumsi
3	1978	316.25
4	1978	326
1	1979	333.25
2	1979	340.5
3	1979	347.75
4	1979	355
1	1980	365.25
2	1980	375.5
3	1980	385.75
4	1980	396
1	1981	407.5
2	1981	419
3	1981	430.5
4	1981	442
1	1982	445.75

Quarter	Tahun	Konsumsi
2	1982	449.5
3	1982	453.25
4	1982	457
1	1983	454.75
2	1983	452.5
3	1983	450.25
4	1983	448
1	1984	455.25
2	1984	462.5
3	1984	469.75
4	1984	477
1	1985	474.75
2	1985	472.5
3	1985	470.25
4	1985	468

Quarter	Tahun	Konsumsi
1	1986	474.5
2	1986	481
3	1986	487.5
4	1986	494
1	1987	498.5
2	1987	503
3	1987	507.5
4	1987	512
1	1988	518.25
2	1988	524.5
3	1988	530.75
4	1988	537
1	1989	545.5
2	1989	554
3	1989	562.5

Quarter	Tahun	Konsumsi
4	1989	571
1	1990	591.5
2	1990	612
3	1990	632.5
4	1990	653
1	1991	662.75
2	1991	672.5
3	1991	682.25
4	1991	692
1	1992	705.25
2	1992	718.5
3	1992	731.75
4	1992	745
1	1993	755.25
2	1993	765.5

Quarter	Tahun	Konsumsi
3	1993	775.75
4	1993	786
1	1994	791.75
2	1994	797.5
3	1994	803.25
4	1994	809
1	1995	823
2	1995	837
3	1995	851
4	1995	865
1	1996	880
2	1996	895
3	1996	910
4	1996	925
1	1997	950.25

Quarter	Tahun	Konsumsi
2	1997	975.5
3	1997	1000.75
4	1997	1026
1	1998	1014.75
2	1998	1003.5
3	1998	992.25
4	1998	981
1	1999	969.75
2	1999	980.75
3	1999	991.75
4	1999	1025
1	2000	1053
2	2000	1081
3	2000	1109
4	2000	1137

Quarter	Tahun	Konsumsi
1	2001	1141
2	2001	1145
3	2001	1149
4	2001	1153
1	2002	1165.75
2	2002	1178.5
3	2002	1191.25
4	2002	1204
1	2003	1208.5
2	2003	1213
3	2003	1217.5
4	2003	1222
1	2004	1241.25
2	2004	1260.5
3	2004	1279.75

Quarter	Tahun	Konsumsi
4	2004	1299
1	2005	1295.5
2	2005	1292
3	2005	1288.5
4	2005	1285
1	2006	1275.5
2	2006	1266
3	2006	1256.5
4	2006	1247
1	2007	1260
2	2007	1273
3	2007	1286
4	2007	1299
1	2008	1297.75
2	2008	1296.5

Quarter	Tahun	Konsumsi
3	2008	1295.25
4	2008	1294
1	2009	1304
2	2009	1314
3	2009	1324
4	2009	1334
1	2010	1365
2	2010	1396
3	2010	1427
4	2010	1458

Quarter	Tahun	Konsumsi
1	2011	1485.25
2	2011	1512.5
3	2011	1539.75
4	2011	1567
1	2012	1575
2	2012	1583
3	2012	1591
4	2012	1599
1	2013	1603
2	2013	1607

Quarter	Tahun	Konsumsi
3	2013	1611
4	2013	1615
1	2014	1621.5
2	2014	1628
3	2014	1634.5
4	2014	1641

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN B

Lampiran ini berisikan data training yang dilakukan pada setiap model. Percobaan setiap model dilakukan sebanyak tiga kali.

- Data Training 8 Input

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
115.75	116.5	117.25	118	119	120	121	122
115	115.75	116.5	117.25	118	119	120	121
116.5	115	115.75	116.5	117.25	118	119	120
118	116.5	115	115.75	116.5	117.25	118	119
119.5	118	116.5	115	115.75	116.5	117.25	118
121	119.5	118	116.5	115	115.75	116.5	117.25

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
123.5	121	119.5	118	116.5	115	115.75	116.5
126	123.5	121	119.5	118	116.5	115	115.75
128.5	126	123.5	121	119.5	118	116.5	115
131	128.5	126	123.5	121	119.5	118	116.5
132.75	131	128.5	126	123.5	121	119.5	118
134.5	132.75	131	128.5	126	123.5	121	119.5
136.25	134.5	132.75	131	128.5	126	123.5	121
138	136.25	134.5	132.75	131	128.5	126	123.5
139.25	138	136.25	134.5	132.75	131	128.5	126
140.5	139.25	138	136.25	134.5	132.75	131	128.5
141.75	140.5	139.25	138	136.25	134.5	132.75	131
143	141.75	140.5	139.25	138	136.25	134.5	132.75
146	143	141.75	140.5	139.25	138	136.25	134.5
149	146	143	141.75	140.5	139.25	138	136.25
152	149	146	143	141.75	140.5	139.25	138

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
155	152	149	146	143	141.75	140.5	139.25
162.5	155	152	149	146	143	141.75	140.5
170	162.5	155	152	149	146	143	141.75
177.5	170	162.5	155	152	149	146	143
185	177.5	170	162.5	155	152	149	146
187.25	185	177.5	170	162.5	155	152	149
189.5	187.25	185	177.5	170	162.5	155	152
191.75	189.5	187.25	185	177.5	170	162.5	155
194	191.75	189.5	187.25	185	177.5	170	162.5
201	194	191.75	189.5	187.25	185	177.5	170
208	201	194	191.75	189.5	187.25	185	177.5
215	208	201	194	191.75	189.5	187.25	185
222	215	208	201	194	191.75	189.5	187.25
226	222	215	208	201	194	191.75	189.5
230	226	222	215	208	201	194	191.75

B-3

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
234	230	226	222	215	208	201	194
238	234	230	226	222	215	208	201
250.25	238	234	230	226	222	215	208
262.5	250.25	238	234	230	226	222	215
274.75	262.5	250.25	238	234	230	226	222
287	274.75	262.5	250.25	238	234	230	226
296.75	287	274.75	262.5	250.25	238	234	230
306.5	296.75	287	274.75	262.5	250.25	238	234
316.25	306.5	296.75	287	274.75	262.5	250.25	238
326	316.25	306.5	296.75	287	274.75	262.5	250.25
333.25	326	316.25	306.5	296.75	287	274.75	262.5
340.5	333.25	326	316.25	306.5	296.75	287	274.75
347.75	340.5	333.25	326	316.25	306.5	296.75	287
355	347.75	340.5	333.25	326	316.25	306.5	296.75
365.25	355	347.75	340.5	333.25	326	316.25	306.5

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
375.5	365.25	355	347.75	340.5	333.25	326	316.25
385.75	375.5	365.25	355	347.75	340.5	333.25	326
396	385.75	375.5	365.25	355	347.75	340.5	333.25
407.5	396	385.75	375.5	365.25	355	347.75	340.5
419	407.5	396	385.75	375.5	365.25	355	347.75
430.5	419	407.5	396	385.75	375.5	365.25	355
442	430.5	419	407.5	396	385.75	375.5	365.25
445.75	442	430.5	419	407.5	396	385.75	375.5
449.5	445.75	442	430.5	419	407.5	396	385.75
453.25	449.5	445.75	442	430.5	419	407.5	396
457	453.25	449.5	445.75	442	430.5	419	407.5
454.75	457	453.25	449.5	445.75	442	430.5	419
452.5	454.75	457	453.25	449.5	445.75	442	430.5
450.25	452.5	454.75	457	453.25	449.5	445.75	442
448	450.25	452.5	454.75	457	453.25	449.5	445.75

B-5

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
455.25	448	450.25	452.5	454.75	457	453.25	449.5
462.5	455.25	448	450.25	452.5	454.75	457	453.25
469.75	462.5	455.25	448	450.25	452.5	454.75	457
477	469.75	462.5	455.25	448	450.25	452.5	454.75
474.75	477	469.75	462.5	455.25	448	450.25	452.5
472.5	474.75	477	469.75	462.5	455.25	448	450.25
470.25	472.5	474.75	477	469.75	462.5	455.25	448
468	470.25	472.5	474.75	477	469.75	462.5	455.25
474.5	468	470.25	472.5	474.75	477	469.75	462.5
481	474.5	468	470.25	472.5	474.75	477	469.75
487.5	481	474.5	468	470.25	472.5	474.75	477
494	487.5	481	474.5	468	470.25	472.5	474.75
498.5	494	487.5	481	474.5	468	470.25	472.5
503	498.5	494	487.5	481	474.5	468	470.25
507.5	503	498.5	494	487.5	481	474.5	468

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
512	507.5	503	498.5	494	487.5	481	474.5
518.25	512	507.5	503	498.5	494	487.5	481
524.5	518.25	512	507.5	503	498.5	494	487.5
530.75	524.5	518.25	512	507.5	503	498.5	494
537	530.75	524.5	518.25	512	507.5	503	498.5
545.5	537	530.75	524.5	518.25	512	507.5	503
554	545.5	537	530.75	524.5	518.25	512	507.5
562.5	554	545.5	537	530.75	524.5	518.25	512
571	562.5	554	545.5	537	530.75	524.5	518.25
591.5	571	562.5	554	545.5	537	530.75	524.5
612	591.5	571	562.5	554	545.5	537	530.75
632.5	612	591.5	571	562.5	554	545.5	537
653	632.5	612	591.5	571	562.5	554	545.5
662.75	653	632.5	612	591.5	571	562.5	554
672.5	662.75	653	632.5	612	591.5	571	562.5

B-7

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
682.25	672.5	662.75	653	632.5	612	591.5	571
692	682.25	672.5	662.75	653	632.5	612	591.5
705.25	692	682.25	672.5	662.75	653	632.5	612
718.5	705.25	692	682.25	672.5	662.75	653	632.5
731.75	718.5	705.25	692	682.25	672.5	662.75	653
745	731.75	718.5	705.25	692	682.25	672.5	662.75
755.25	745	731.75	718.5	705.25	692	682.25	672.5
765.5	755.25	745	731.75	718.5	705.25	692	682.25
775.75	765.5	755.25	745	731.75	718.5	705.25	692
786	775.75	765.5	755.25	745	731.75	718.5	705.25
791.75	786	775.75	765.5	755.25	745	731.75	718.5
797.5	791.75	786	775.75	765.5	755.25	745	731.75
803.25	797.5	791.75	786	775.75	765.5	755.25	745
809	803.25	797.5	791.75	786	775.75	765.5	755.25
823	809	803.25	797.5	791.75	786	775.75	765.5

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
837	823	809	803.25	797.5	791.75	786	775.75
851	837	823	809	803.25	797.5	791.75	786
865	851	837	823	809	803.25	797.5	791.75
880	865	851	837	823	809	803.25	797.5
895	880	865	851	837	823	809	803.25
910	895	880	865	851	837	823	809
925	910	895	880	865	851	837	823
950.25	925	910	895	880	865	851	837
975.5	950.25	925	910	895	880	865	851
1000.75	975.5	950.25	925	910	895	880	865
1026	1000.75	975.5	950.25	925	910	895	880
1014.75	1026	1000.75	975.5	950.25	925	910	895
1003.5	1014.75	1026	1000.75	975.5	950.25	925	910
992.25	1003.5	1014.75	1026	1000.75	975.5	950.25	925
981	992.25	1003.5	1014.75	1026	1000.75	975.5	950.25

B-9

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
969.75	981	992.25	1003.5	1014.75	1026	1000.75	975.5
980.75	969.75	981	992.25	1003.5	1014.75	1026	1000.75
991.75	980.75	969.75	981	992.25	1003.5	1014.75	1026
1025	991.75	980.75	969.75	981	992.25	1003.5	1014.75
1053	1025	991.75	980.75	969.75	981	992.25	1003.5
1081	1053	1025	991.75	980.75	969.75	981	992.25

- Data Testing 8 Input

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
1109	1081	1053	1025	991.75	980.75	969.75	981
1137	1109	1081	1053	1025	991.75	980.75	969.75
1141	1137	1109	1081	1053	1025	991.75	980.75
1145	1141	1137	1109	1081	1053	1025	991.75

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
1149	1145	1141	1137	1109	1081	1053	1025
1153	1149	1145	1141	1137	1109	1081	1053
1165.75	1153	1149	1145	1141	1137	1109	1081
1178.5	1165.75	1153	1149	1145	1141	1137	1109
1191.25	1178.5	1165.75	1153	1149	1145	1141	1137
1204	1191.25	1178.5	1165.75	1153	1149	1145	1141
1208.5	1204	1191.25	1178.5	1165.75	1153	1149	1145
1213	1208.5	1204	1191.25	1178.5	1165.75	1153	1149
1217.5	1213	1208.5	1204	1191.25	1178.5	1165.75	1153
1222	1217.5	1213	1208.5	1204	1191.25	1178.5	1165.75
1241.25	1222	1217.5	1213	1208.5	1204	1191.25	1178.5
1260.5	1241.25	1222	1217.5	1213	1208.5	1204	1191.25
1279.75	1260.5	1241.25	1222	1217.5	1213	1208.5	1204
1299	1279.75	1260.5	1241.25	1222	1217.5	1213	1208.5
1295.5	1299	1279.75	1260.5	1241.25	1222	1217.5	1213

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
1292	1295.5	1299	1279.75	1260.5	1241.25	1222	1217.5
1288.5	1292	1295.5	1299	1279.75	1260.5	1241.25	1222
1285	1288.5	1292	1295.5	1299	1279.75	1260.5	1241.25
1275.5	1285	1288.5	1292	1295.5	1299	1279.75	1260.5
1266	1275.5	1285	1288.5	1292	1295.5	1299	1279.75
1256.5	1266	1275.5	1285	1288.5	1292	1295.5	1299
1247	1256.5	1266	1275.5	1285	1288.5	1292	1295.5
1260	1247	1256.5	1266	1275.5	1285	1288.5	1292
1273	1260	1247	1256.5	1266	1275.5	1285	1288.5
1286	1273	1260	1247	1256.5	1266	1275.5	1285
1299	1286	1273	1260	1247	1256.5	1266	1275.5
1297.75	1299	1286	1273	1260	1247	1256.5	1266
1296.5	1297.75	1299	1286	1273	1260	1247	1256.5
1295.25	1296.5	1297.75	1299	1286	1273	1260	1247
1294	1295.25	1296.5	1297.75	1299	1286	1273	1260

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
1304	1294	1295.25	1296.5	1297.75	1299	1286	1273
1314	1304	1294	1295.25	1296.5	1297.75	1299	1286
1324	1314	1304	1294	1295.25	1296.5	1297.75	1299
1334	1324	1314	1304	1294	1295.25	1296.5	1297.75
1365	1334	1324	1314	1304	1294	1295.25	1296.5
1396	1365	1334	1324	1314	1304	1294	1295.25
1427	1396	1365	1334	1324	1314	1304	1294
1458	1427	1396	1365	1334	1324	1314	1304
1485.25	1458	1427	1396	1365	1334	1324	1314
1512.5	1485.25	1458	1427	1396	1365	1334	1324
1539.75	1512.5	1485.25	1458	1427	1396	1365	1334
1567	1539.75	1512.5	1485.25	1458	1427	1396	1365
1575	1567	1539.75	1512.5	1485.25	1458	1427	1396
1583	1575	1567	1539.75	1512.5	1485.25	1458	1427
1591	1583	1575	1567	1539.75	1512.5	1485.25	1458

t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8
1599	1591	1583	1575	1567	1539.75	1512.5	1485.25
1603	1599	1591	1583	1575	1567	1539.75	1512.5
1607	1603	1599	1591	1583	1575	1567	1539.75
1611	1607	1603	1599	1591	1583	1575	1567
1615	1611	1607	1603	1599	1591	1583	1575
1621.5	1615	1611	1607	1603	1599	1591	1583
1628	1621.5	1615	1611	1607	1603	1599	1591
1634.5	1628	1621.5	1615	1611	1607	1603	1599

- Hasil Percobaan Training dan Testing

Jumlah Input	Error Training			Error Testing		
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	2.784%	2.223%	1.952%	19.630%	10.543%	20.956%

Jumlah Input	Error Training			Error Testing		
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
2	1.467%	1.903%	2.318%	31.197%	13.980%	15.009%
3	1.508%	1.258%	1.415%	21.752%	39.878%	12.573%
4	1.354%	2.452%	2.234%	14.277%	3.268%	22.786%
5	1.106%	1.836%	1.191%	16.860%	16.541%	3.202%
6	0.996%	2.199%	2.185%	24.461%	14.231%	7.434%
7	1.511%	1.016%	1.575%	6.600%	2.617%	23.045%
8	0.895%	1.546%	1.396%	18.687%	2.326%	13.459%
9	1.895%	1.235%	1.476%	5.798%	19.570%	14.555%
10	2.468%	1.785%	2.011%	27.026%	13.573%	8.354%
11	1.618%	1.445%	1.813%	11.317%	2.237%	7.997%
12	3.570%	4.923%	4.951%	29.537%	41.136%	38.412%
13	1.889%	2.228%	1.582%	20.830%	18.888%	10.238%
14	1.505%	1.525%	1.941%	3.361%	8.678%	4.929%
15	1.936%	1.948%	2.255%	16.775%	7.370%	10.979%

Jumlah Input	Error Training			Error Testing		
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
16	1.675%	1.700%	1.976%	3.671%	5.943%	10.854%
17	1.639%	1.832%	1.634%	7.527%	10.701%	5.339%
18	1.284%	2.261%	2.319%	7.897%	5.538%	5.921%
19	1.633%	1.798%	1.899%	10.782%	8.504%	25.741%
20	1.641%	1.458%	1.592%	15.835%	21.761%	10.615%
21	1.515%	1.350%	1.383%	5.766%	11.683%	5.655%
22	1.229%	1.807%	1.894%	12.311%	9.134%	10.766%
23	1.587%	1.628%	1.892%	5.743%	25.140%	8.354%
24	1.509%	1.004%	1.266%	5.140%	6.168%	14.161%
25	1.745%	1.585%	1.879%	9.627%	20.118%	5.890%
26	1.699%	1.414%	1.433%	10.145%	4.569%	10.386%
27	1.128%	2.273%	1.364%	7.790%	5.209%	24.548%
28	1.676%	1.371%	1.687%	8.020%	6.087%	6.369%
29	1.592%	1.550%	1.507%	6.102%	8.684%	6.455%

Jumlah Input	Error Training			Error Testing		
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
30	1.545%	1.750%	1.542%	3.233%	8.240%	11.450%

- Model ANN 8 (Input 8 Training)

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
115	120.0117	121.2945	120.8773	4.358%	5.474%	5.111%
116.5	119.1172	120.3113	120.3426	2.247%	3.272%	3.298%
118	120.7675	120.1142	121.3404	2.345%	1.792%	2.831%
119.5	123.1956	121.5311	122.0522	3.093%	1.700%	2.136%
121	124.3488	121.9106	123.4358	2.768%	0.753%	2.013%
123.5	124.2952	122.0621	125.154	0.644%	1.164%	1.339%
126	126.0916	124.2739	127.5283	0.073%	1.370%	1.213%
128.5	129.0035	126.7518	129.3792	0.392%	1.360%	0.684%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
131	131.2904	129.1169	132.0745	0.222%	1.437%	0.820%
132.75	133.0876	131.2021	134.4156	0.254%	1.166%	1.255%
134.5	134.4018	133.8759	136.2084	0.073%	0.464%	1.270%
136.25	135.8534	135.7893	137.9027	0.291%	0.338%	1.213%
138	137.6828	138.2022	139.616	0.230%	0.147%	1.171%
139.25	139.9557	140.6017	140.9203	0.507%	0.971%	1.199%
140.5	141.4365	142.275	141.8736	0.667%	1.263%	0.978%
141.75	142.4888	143.7374	143.0506	0.521%	1.402%	0.918%
143	143.8554	145.3191	143.8953	0.598%	1.622%	0.626%
146	145.4679	147.008	144.839	0.364%	0.690%	0.795%
149	148.8782	148.7895	147.1273	0.082%	0.141%	1.257%
152	152.6268	151.9527	149.3205	0.412%	0.031%	1.763%
155	155.5039	154.243	151.967	0.325%	0.488%	1.957%
162.5	157.4181	156.4095	155.1496	3.127%	3.748%	4.523%
170	164.9863	161.2113	161.89	2.949%	5.170%	4.771%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
177.5	174.5806	168.9389	167.7517	1.645%	4.823%	5.492%
185	181.7714	174.9294	175.7447	1.745%	5.444%	5.003%
187.25	186.7455	180.3983	184.4814	0.269%	3.659%	1.479%
189.5	187.2043	187.6783	188.7245	1.211%	0.961%	0.409%
191.75	187.8671	190.4212	192.7189	2.025%	0.693%	0.505%
194	190.4662	195.7793	195.8075	1.822%	0.917%	0.932%
201	196.5194	201.3212	195.9423	2.229%	0.160%	2.516%
208	206.6094	204.4924	200.4989	0.669%	1.686%	3.606%
215	215.753	211.9009	205.9077	0.350%	1.441%	4.229%
222	223.6495	216.8616	211.9137	0.743%	2.315%	4.543%
226	228.2962	221.6749	221.0295	1.016%	1.914%	2.199%
230	230.8587	228.8771	227.1295	0.373%	0.488%	1.248%
234	234.523	233.2955	232.3841	0.223%	0.301%	0.691%
238	238.4815	239.1581	237.5902	0.202%	0.487%	0.172%
250.25	244.9051	245.0583	240.203	2.136%	2.075%	4.015%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
262.5	260.5017	251.67	251.1926	0.761%	4.126%	4.308%
274.75	276.5364	264.0644	262.1581	0.650%	3.889%	4.583%
287	290.3412	273.5253	276.1108	1.164%	4.695%	3.794%
296.75	298.9815	282.3392	293.8634	0.752%	4.856%	0.973%
306.5	306.6832	295.2938	307.9824	0.060%	3.656%	0.484%
316.25	316.5262	305.8599	319.6497	0.087%	3.285%	1.075%
326	325.0249	316.9028	332.0391	0.299%	2.791%	1.852%
333.25	336.6407	327.9743	340.4859	1.017%	1.583%	2.171%
340.5	344.4129	336.7016	346.5686	1.149%	1.116%	1.782%
347.75	351.0558	344.2258	353.6388	0.951%	1.013%	1.693%
355	358.4038	352.3299	358.9342	0.959%	0.752%	1.108%
365.25	366.5465	360.6266	364.3193	0.355%	1.266%	0.255%
375.5	377.9963	369.04	373.7423	0.665%	1.720%	0.468%
385.75	388.8137	379.0876	383.9925	0.794%	1.727%	0.456%
396	399.921	388.7834	394.9306	0.990%	1.822%	0.270%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
407.5	408.5349	397.9897	407.2963	0.254%	2.334%	0.050%
419	419.1585	408.8654	419.8513	0.038%	2.419%	0.203%
430.5	430.0572	420.2754	431.4438	0.103%	2.375%	0.219%
442	440.4787	431.2897	444.2836	0.344%	2.423%	0.517%
445.75	451.016	442.4279	456.4954	1.181%	0.745%	2.411%
449.5	451.4778	450.0446	459.5042	0.440%	0.121%	2.226%
453.25	452.4889	454.5784	461.3009	0.168%	0.293%	1.776%
457	452.0407	459.2401	460.5676	1.085%	0.490%	0.781%
454.75	456.7588	465.314	459.3119	0.442%	2.323%	1.003%
452.5	452.9889	466.9108	455.5819	0.108%	3.185%	0.681%
450.25	450.102	466.0702	452.4798	0.033%	3.514%	0.495%
448	446.9808	466.1452	444.9311	0.227%	4.050%	0.685%
455.25	445.485	466.1124	438.9331	2.145%	2.386%	3.584%
462.5	456.5495	469.6953	446.4285	1.287%	1.556%	3.475%
469.75	466.6073	476.8977	456.6712	0.669%	1.522%	2.784%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
477	479.8944	483.7125	468.9121	0.607%	1.407%	1.696%
474.75	486.2129	487.5491	482.6246	2.415%	2.696%	1.659%
472.5	480.5124	488.1138	479.9594	1.696%	3.305%	1.579%
470.25	474.3461	485.8805	474.1912	0.871%	3.324%	0.838%
468	464.1057	483.1915	467.9466	0.832%	3.246%	0.011%
474.5	462.5866	484.1326	460.0948	2.511%	2.030%	3.036%
481	472.8419	488.315	466.891	1.696%	1.521%	2.933%
487.5	482.6813	495.4796	477.0654	0.988%	1.637%	2.140%
494	496.3121	502.7758	487.6969	0.468%	1.776%	1.276%
498.5	502.5319	506.1936	499.9229	0.809%	1.543%	0.285%
503	506.6631	509.7627	504.3476	0.728%	1.344%	0.268%
507.5	509.5021	513.4985	507.18	0.395%	1.182%	0.063%
512	510.4101	516.422	511.9184	0.311%	0.864%	0.016%
518.25	515.1608	521.5953	515.4071	0.596%	0.646%	0.549%
524.5	522.3554	527.6094	522.1641	0.409%	0.593%	0.445%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
530.75	529.7742	534.0618	529.6095	0.184%	0.624%	0.215%
537	538.1301	540.8022	537.0544	0.210%	0.708%	0.010%
545.5	544.9486	546.656	544.4789	0.101%	0.212%	0.187%
554	554.9829	553.91	553.0879	0.177%	0.016%	0.165%
562.5	564.4073	562.1912	562.4479	0.339%	0.055%	0.009%
571	574.6852	570.4374	573.1216	0.645%	0.099%	0.372%
591.5	584.3112	578.5392	582.9742	1.215%	2.191%	1.441%
612	610.9631	594.1798	604.2944	0.169%	2.912%	1.259%
632.5	635.3596	614.5249	631.4471	0.452%	2.842%	0.166%
653	665.8213	636.5671	663.7152	1.963%	2.517%	1.641%
662.75	689.7683	655.6186	690.6756	4.077%	1.076%	4.214%
672.5	695.4268	665.3667	692.1789	3.409%	1.061%	2.926%
682.25	699.0881	674.6028	689.722	2.468%	1.121%	1.095%
692	694.4225	677.9815	688.0961	0.350%	2.026%	0.564%
705.25	700.874	689.3531	692.1791	0.620%	2.254%	1.853%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
718.5	715.9694	706.2805	711.9715	0.352%	1.701%	0.909%
731.75	730.6307	721.9617	730.7557	0.153%	1.338%	0.136%
745	747.5086	740.9147	746.8388	0.337%	0.548%	0.247%
755.25	759.0808	753.9708	761.1362	0.507%	0.169%	0.779%
765.5	764.8211	763.6681	768.1101	0.089%	0.239%	0.341%
775.75	772.6808	773.3149	774.6598	0.396%	0.314%	0.141%
786	778.5721	781.4492	781.9163	0.945%	0.579%	0.520%
791.75	788.5251	792.7828	791.3758	0.407%	0.130%	0.047%
797.5	793.8982	802.0755	799.7378	0.452%	0.574%	0.281%
803.25	801.9864	808.4046	804.2596	0.157%	0.642%	0.126%
809	805.9954	813.9226	806.2285	0.371%	0.608%	0.343%
823	813.9882	821.0677	811.3464	1.095%	0.235%	1.416%
837	836.7859	835.9324	830.1796	0.026%	0.128%	0.815%
851	850.9353	852.8491	852.1758	0.008%	0.217%	0.138%
865	872.2318	872.7932	874.3781	0.836%	0.901%	1.084%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
880	886.1164	885.0889	890.4704	0.695%	0.578%	1.190%
895	897.8814	894.2634	898.0828	0.322%	0.082%	0.344%
910	912.8182	907.1955	909.2431	0.310%	0.308%	0.083%
925	929.6391	919.0345	924.3513	0.502%	0.645%	0.070%
950.25	945.9242	933.7997	938.8418	0.455%	1.731%	1.201%
975.5	975.6545	954.8175	959.8704	0.016%	2.120%	1.602%
1000.75	994.6556	981.1829	985.7025	0.609%	1.955%	1.504%
1026	1019.413	1010.536	1011.83	0.642%	1.507%	1.381%
1014.75	1035.333	1033.565	1030.247	2.028%	1.854%	1.527%
1003.5	999.2464	1028.966	1019.443	0.424%	2.538%	1.589%
992.25	996.4974	1009.404	993.2639	0.428%	1.729%	0.102%
981	978.0133	975.738	967.6239	0.304%	0.536%	1.364%
969.75	979.7429	969.7043	961.2032	1.030%	0.005%	0.881%
980.75	995.9021	980.7967	983.4445	1.545%	0.005%	0.275%
991.75	1024.701	988.4016	1009.209	3.323%	0.338%	1.760%

AKTUAL	HASIL TRAIN 1	HASIL TRAIN 2	HASIL TRAIN 3	ERROR TRAIN 1	ERROR TRAIN 2	ERROR TRAIN 3
1025	1025.168	1016.505	1028.325	0.016%	0.829%	0.324%
1053	1059.627	1048.61	1060.32	0.629%	0.417%	0.695%
1081	1063.362	1079.887	1085.3	1.632%	0.103%	0.398%
1109	1076.298	1106.045	1093.429	2.949%	0.266%	1.404%

- Model ANN 8 (input 8 Testing)

Aktual	HASIL TEST 1	HASIL TEST 2	HASIL TEST 3	ERROR TEST 1	ERROR TEST 2	ERROR TEST 3
1137	1081.595	1128.632	1092.07	4.873%	0.736%	3.952%
1141	1081.608	1134.358	1092.073	5.205%	0.582%	4.288%
1145	1060.879	1148.59	1089.2	7.347%	0.314%	4.873%
1149	1059.093	1139.443	1086.679	7.825%	0.832%	5.424%
1153	1051.755	1138.471	1084.395	8.781%	1.260%	5.950%
1165.75	1053.103	1143.049	1093.149	9.663%	1.947%	6.228%

Aktual	HASIL TEST 1	HASIL TEST 2	HASIL TEST 3	ERROR TEST 1	ERROR TEST 2	ERROR TEST 3
1178.5	1070.571	1160.953	1114.681	9.158%	1.489%	5.415%
1191.25	1078.975	1171.601	1135.513	9.425%	1.649%	4.679%
1204	1084.446	1197.623	1143.709	9.930%	0.530%	5.008%
1208.5	1086.655	1211.183	1146.53	10.082%	0.222%	5.128%
1213	1079.735	1217.174	1144.054	10.986%	0.344%	5.684%
1217.5	1077.821	1222.052	1138.971	11.473%	0.374%	6.450%
1222	1075.53	1219.75	1139.087	11.986%	0.184%	6.785%
1241.25	1075.824	1222.752	1143.076	13.327%	1.490%	7.909%
1260.5	1089.063	1235.993	1153.172	13.601%	1.944%	8.515%
1279.75	1093.709	1253.09	1167.52	14.537%	2.083%	8.770%
1299	1099.603	1278.617	1175.12	15.350%	1.569%	9.537%
1295.5	1101.99	1299.006	1175.5	14.937%	0.271%	9.263%
1292	1085.395	1304.301	1168.344	15.991%	0.952%	9.571%
1288.5	1079.225	1302.689	1152.888	16.242%	1.101%	10.525%
1285	1071.964	1287.375	1148.582	16.579%	0.185%	10.616%

Aktual	HASIL TEST 1	HASIL TEST 2	HASIL TEST 3	ERROR TEST 1	ERROR TEST 2	ERROR TEST 3
1275.5	1071.335	1279.643	1154.438	16.007%	0.325%	9.491%
1266	1074.312	1276.374	1163.596	15.141%	0.819%	8.089%
1256.5	1078.689	1262.011	1168.306	14.151%	0.439%	7.019%
1247	1078.097	1261.542	1164.361	13.545%	1.166%	6.627%
1260	1076.817	1250.728	1163.649	14.538%	0.736%	7.647%
1273	1089.89	1252.649	1169.316	14.384%	1.599%	8.145%
1286	1093.085	1262.922	1182.894	15.001%	1.795%	8.018%
1299	1098.585	1284.554	1189.45	15.428%	1.112%	8.433%
1297.75	1101.168	1303.031	1185.84	15.148%	0.407%	8.623%
1296.5	1089.629	1306.93	1175.629	15.956%	0.804%	9.323%
1295.25	1083.852	1310.003	1160.776	16.321%	1.139%	10.382%
1294	1078.761	1294.989	1158.743	16.634%	0.076%	10.453%
1304	1078.303	1290.551	1162.599	17.308%	1.031%	10.844%
1314	1088.346	1295.789	1171.267	17.173%	1.386%	10.862%
1324	1092.944	1301.243	1182.751	17.451%	1.719%	10.668%

Aktual	HASIL TEST 1	HASIL TEST 2	HASIL TEST 3	ERROR TEST 1	ERROR TEST 2	ERROR TEST 3
1334	1096.609	1319.36	1185.865	17.795%	1.097%	11.105%
1365	1097.885	1331.321	1184.183	19.569%	2.467%	13.247%
1396	1107.598	1347.433	1183.711	20.659%	3.479%	15.207%
1427	1109.058	1374.857	1191.223	22.280%	3.654%	16.523%
1458	1114.004	1398.483	1197.418	23.594%	4.082%	17.873%
1485.25	1115.655	1425.54	1192.754	24.884%	4.020%	19.693%
1512.5	1110.532	1444.413	1185.794	26.576%	4.502%	21.600%
1539.75	1106.158	1463.93	1177.764	28.160%	4.924%	23.509%
1567	1102.319	1473.696	1178.653	29.654%	5.954%	24.783%
1575	1102.245	1490.48	1178.814	30.016%	5.366%	25.155%
1583	1095.77	1504.42	1178.35	30.779%	4.964%	25.562%
1591	1093.846	1511.573	1169.805	31.248%	4.992%	26.474%
1599	1091.618	1516.899	1165.027	31.731%	5.135%	27.140%
1603	1092.239	1518.155	1170.166	31.863%	5.293%	27.002%
1607	1095.725	1523.029	1174.944	31.815%	5.225%	26.886%

Aktual	HASIL TEST 1	HASIL TEST 2	HASIL TEST 3	ERROR TEST 1	ERROR TEST 2	ERROR TEST 3
1611	1099.487	1524.942	1176.996	31.751%	5.342%	26.940%
1615	1101.21	1533.653	1173.34	31.814%	5.037%	27.347%
1621.5	1101.371	1534.942	1174.055	32.077%	5.338%	27.595%
1628	1102.818	1537.557	1174.513	32.259%	5.555%	27.855%
1634.5	1103.922	1540.501	1175.788	32.461%	5.751%	28.064%
1641	1104.685	1545.861	1174.948	32.682%	5.798%	28.401%

- Model ANN 8 (Node 1-24 Training) Percobaan 1

Node	Error 1
N1	2.673%
N2	2.210%
N3	3.257%
N4	1.649%
N5	1.671%

Node	Error 1
N6	2.130%
N7	1.031%
N8	1.062%
N9	1.145%
N10	1.517%

Node	Error 1
N11	1.723%
N12	1.307%
N13	1.676%
N14	1.675%
N15	1.776%

Node	Error 1
N16	1.541%
N17	1.202%
N18	1.290%

Node	Error 1
N19	1.454%
N20	1.612%
N21	2.850%

Node	Error 1
N22	2.500%
N23	1.496%
N24	1.826%

- Model ANN 8 (Node 1-24 Training) Percobaan 2

Node	Error 2
N1	2.396%
N2	2.790%
N3	1.376%
N4	3.026%
N5	1.854%
N6	1.749%
N7	1.649%
N8	2.030%

Node	Error 2
N9	1.923%
N10	1.237%
N11	1.647%
N12	1.875%
N13	1.757%
N14	1.655%
N15	1.753%
N16	2.650%

Node	Error 2
N17	1.472%
N18	2.456%
N19	1.776%
N20	2.446%
N21	1.671%
N22	1.493%
N23	3.680%
N24	2.642%

- Model ANN 8 (Node 1-24 Training) Percobaan 3

Node	Error 3
N1	2.796%
N2	2.117%
N3	1.861%
N4	1.180%
N5	1.948%
N6	1.449%
N7	1.894%
N8	1.537%

Node	Error 3
N9	1.039%
N10	1.129%
N11	1.372%
N12	1.714%
N13	1.156%
N14	1.563%
N15	1.773%
N16	2.397%

Node	Error 3
N17	2.132%
N18	1.120%
N19	1.587%
N20	2.146%
N21	1.851%
N22	2.937%
N23	1.597%
N24	2.099%

- Model ANN 8 (Node 1-24 Testing) Percobaan 1

Node	Error 1
N1	0.095041
N2	0.101729
N3	0.061044
N4	0.122807
N5	0.156815
N6	0.030459
N7	0.0781
N8	0.046802

Node	Error 1
N9	0.12453
N10	0.146076
N11	0.17005
N12	0.078496
N13	0.078715
N14	0.035433
N15	0.089338
N16	0.133986

Node	Error 1
N17	0.173476
N18	0.203155
N19	0.092297
N20	0.071038
N21	0.050397
N22	0.180318
N23	0.153538
N24	0.051169

- Model ANN 8 (Node 1-24 Testing) Percobaan 2

Node	Error 2
N1	0.095041
N2	0.101729
N3	0.061044

Node	Error 2
N4	0.122807
N5	0.156815
N6	0.030459

Node	Error 2
N7	0.0781
N8	0.046802
N9	0.12453

Node	Error 2
N10	0.146076
N11	0.17005
N12	0.078496
N13	0.078715
N14	0.035433

Node	Error 2
N15	0.089338
N16	0.133986
N17	0.173476
N18	0.203155
N19	0.092297

Node	Error 2
N20	0.071038
N21	0.050397
N22	0.180318
N23	0.153538
N24	0.051169

- Model ANN 8 (Node 1-24 Testing) Percobaan 3

Node	Error 3
N1	10.444%
N2	10.830%
N3	15.952%
N4	7.631%
N5	18.678%
N6	2.998%

Node	Error 3
N7	7.011%
N8	13.653%
N9	12.225%
N10	5.246%
N11	5.284%
N12	12.551%

Node	Error 3
N13	5.726%
N14	3.099%
N15	32.135%
N16	7.748%
N17	12.367%
N18	4.141%

Node	Error 3
N19	38.275%
N20	22.720%

Node	Error 3
N21	37.418%
N22	23.638%

Node	Error 3
N23	4.811%
N24	29.318%

- Learning Rate dan Momentum Model 8-6-1 (Percobaan 1 Training)

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC1	5.762%
LR1MC2	1.972%
LR1MC3	1.571%
LR1MC4	1.845%
LR1MC5	1.478%
LR1MC6	1.391%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC7	2.771%
LR1MC8	1.178%
LR1MC9	2.416%
LR2MC1	1.261%
LR2MC2	1.260%
LR2MC3	2.016%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR2MC4	1.396%
LR2MC5	0.946%
LR2MC6	1.927%
LR2MC7	1.613%
LR2MC8	1.572%
LR2MC9	1.749%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR3MC1	2.067%
LR3MC2	1.887%
LR3MC3	1.767%
LR3MC4	1.827%
LR3MC5	1.731%
LR3MC6	1.158%
LR3MC7	1.108%
LR3MC8	1.362%
LR3MC9	1.268%
LR4MC1	2.911%
LR4MC2	2.077%
LR4MC3	1.380%
LR4MC4	1.535%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR4MC5	2.343%
LR4MC6	1.167%
LR4MC7	1.923%
LR4MC8	1.280%
LR4MC9	1.558%
LR5MC1	1.885%
LR5MC2	2.041%
LR5MC3	1.590%
LR5MC4	2.774%
LR5MC5	2.363%
LR5MC6	1.246%
LR5MC7	1.776%
LR5MC8	1.091%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR5MC9	1.308%
LR6MC1	2.002%
LR6MC2	1.901%
LR6MC3	2.121%
LR6MC4	2.053%
LR6MC5	1.584%
LR6MC6	1.666%
LR6MC7	2.237%
LR6MC8	2.143%
LR6MC9	2.052%
LR7MC1	1.940%
LR7MC2	2.276%
LR7MC3	2.621%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR7MC4	2.125%
LR7MC5	1.512%
LR7MC6	1.996%
LR7MC7	2.131%
LR7MC8	1.213%
LR7MC9	1.764%
LR8MC1	2.007%
LR8MC2	1.384%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR8MC3	3.671%
LR8MC4	2.377%
LR8MC5	2.305%
LR8MC6	2.107%
LR8MC7	1.706%
LR8MC8	3.052%
LR8MC9	1.621%
LR9MC1	2.478%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC2	2.513%
LR9MC3	3.347%
LR9MC4	1.573%
LR9MC5	2.055%
LR9MC6	1.835%
LR9MC7	1.974%
LR9MC8	1.657%
LR9MC9	1.195%

- Learning Rate dan Momentum Model 8-6-1 (Percobaan 2 Training)

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC1	1.729%
LR1MC2	1.963%
LR1MC3	1.575%
LR1MC4	2.573%
LR1MC5	1.988%
LR1MC6	10.931%
LR1MC7	1.305%
LR1MC8	1.346%
LR1MC9	1.103%
LR2MC1	1.357%
LR2MC2	1.957%
LR2MC3	1.586%
LR2MC4	1.568%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR2MC5	1.131%
LR2MC6	1.672%
LR2MC7	2.314%
LR2MC8	1.950%
LR2MC9	1.503%
LR3MC1	2.788%
LR3MC2	2.267%
LR3MC3	1.571%
LR3MC4	1.221%
LR3MC5	1.525%
LR3MC6	2.655%
LR3MC7	3.081%
LR3MC8	1.729%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR3MC9	1.518%
LR4MC1	1.609%
LR4MC2	2.562%
LR4MC3	2.038%
LR4MC4	1.612%
LR4MC5	1.412%
LR4MC6	1.326%
LR4MC7	1.480%
LR4MC8	1.550%
LR4MC9	1.071%
LR5MC1	1.779%
LR5MC2	2.013%
LR5MC3	1.663%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR5MC4	1.660%
LR5MC5	1.692%
LR5MC6	0.976%
LR5MC7	2.150%
LR5MC8	2.018%
LR5MC9	1.792%
LR6MC1	2.040%
LR6MC2	2.741%
LR6MC3	3.759%
LR6MC4	1.559%
LR6MC5	1.568%
LR6MC6	1.550%
LR6MC7	1.468%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR6MC8	2.029%
LR6MC9	1.517%
LR7MC1	1.674%
LR7MC2	3.140%
LR7MC3	2.355%
LR7MC4	1.426%
LR7MC5	2.057%
LR7MC6	2.261%
LR7MC7	2.001%
LR7MC8	2.392%
LR7MC9	4.059%
LR8MC1	2.631%
LR8MC2	2.072%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR8MC3	3.051%
LR8MC4	1.287%
LR8MC5	1.717%
LR8MC6	1.894%
LR8MC7	1.754%
LR8MC8	1.544%
LR8MC9	1.324%
LR9MC1	3.012%
LR9MC2	2.751%
LR9MC3	1.474%
LR9MC4	2.458%
LR9MC5	1.049%
LR9MC6	1.609%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC7	1.300%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC8	1.762%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC9	1.748%

- Learning Rate dan Momentum Model 8-6-1 (Percobaan 3 Training)

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC1	2.959%
LR1MC2	1.886%
LR1MC3	3.082%
LR1MC4	1.696%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC5	1.496%
LR1MC6	1.515%
LR1MC7	1.049%
LR1MC8	1.822%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC9	1.726%
LR2MC1	1.934%
LR2MC2	2.275%
LR2MC3	2.823%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR2MC4	1.611%
LR2MC5	1.267%
LR2MC6	1.630%
LR2MC7	1.519%
LR2MC8	2.630%
LR2MC9	1.866%
LR3MC1	2.994%
LR3MC2	1.901%
LR3MC3	3.273%
LR3MC4	1.425%
LR3MC5	2.026%
LR3MC6	2.046%
LR3MC7	1.997%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR3MC8	1.850%
LR3MC9	1.314%
LR4MC1	1.147%
LR4MC2	3.714%
LR4MC3	2.036%
LR4MC4	2.719%
LR4MC5	1.515%
LR4MC6	1.491%
LR4MC7	1.453%
LR4MC8	1.668%
LR4MC9	1.337%
LR5MC1	2.073%
LR5MC2	4.047%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR5MC3	2.589%
LR5MC4	1.164%
LR5MC5	2.222%
LR5MC6	1.351%
LR5MC7	1.996%
LR5MC8	1.639%
LR5MC9	1.765%
LR6MC1	3.171%
LR6MC2	1.842%
LR6MC3	2.612%
LR6MC4	1.762%
LR6MC5	1.456%
LR6MC6	1.663%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR6MC7	2.172%
LR6MC8	1.491%
LR6MC9	2.220%
LR7MC1	2.141%
LR7MC2	2.390%
LR7MC3	1.590%
LR7MC4	1.594%
LR7MC5	1.342%
LR7MC6	1.388%
LR7MC7	1.796%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR7MC8	1.798%
LR7MC9	1.803%
LR8MC1	2.389%
LR8MC2	1.644%
LR8MC3	2.117%
LR8MC4	1.530%
LR8MC5	3.043%
LR8MC6	1.996%
LR8MC7	1.195%
LR8MC8	1.387%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR8MC9	1.157%
LR9MC1	1.954%
LR9MC2	2.238%
LR9MC3	2.768%
LR9MC4	1.799%
LR9MC5	1.799%
LR9MC6	1.659%
LR9MC7	8.447%
LR9MC8	0.983%
LR9MC9	1.648%

- Learning Rate dan Momentum Model 8-6-1 (Percobaan 1 Testing)

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC1	25.774%
LR1MC2	10.766%
LR1MC3	16.452%
LR1MC4	12.339%
LR1MC5	15.359%
LR1MC6	1.664%
LR1MC7	20.780%
LR1MC8	14.461%
LR1MC9	20.472%
LR2MC1	11.018%
LR2MC2	17.894%
LR2MC3	20.029%
LR2MC4	9.822%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR2MC5	10.248%
LR2MC6	4.180%
LR2MC7	18.766%
LR2MC8	7.107%
LR2MC9	16.884%
LR3MC1	15.164%
LR3MC2	8.950%
LR3MC3	11.893%
LR3MC4	19.610%
LR3MC5	6.077%
LR3MC6	12.927%
LR3MC7	10.549%
LR3MC8	14.539%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR3MC9	9.780%
LR4MC1	15.068%
LR4MC2	5.011%
LR4MC3	16.798%
LR4MC4	1.153%
LR4MC5	18.314%
LR4MC6	8.925%
LR4MC7	5.283%
LR4MC8	13.164%
LR4MC9	10.641%
LR5MC1	6.907%
LR5MC2	8.531%
LR5MC3	6.463%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR5MC4	2.957%
LR5MC5	10.581%
LR5MC6	7.617%
LR5MC7	9.874%
LR5MC8	9.895%
LR5MC9	19.558%
LR6MC1	16.310%
LR6MC2	16.728%
LR6MC3	13.931%
LR6MC4	11.812%
LR6MC5	8.929%
LR6MC6	16.941%
LR6MC7	17.035%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR6MC8	16.120%
LR6MC9	2.879%
LR7MC1	3.961%
LR7MC2	25.651%
LR7MC3	9.423%
LR7MC4	16.436%
LR7MC5	9.751%
LR7MC6	11.007%
LR7MC7	5.311%
LR7MC8	9.091%
LR7MC9	22.851%
LR8MC1	2.248%
LR8MC2	12.724%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR8MC3	6.263%
LR8MC4	15.931%
LR8MC5	18.503%
LR8MC6	22.430%
LR8MC7	11.009%
LR8MC8	27.372%
LR8MC9	17.420%
LR9MC1	15.561%
LR9MC2	21.542%
LR9MC3	18.772%
LR9MC4	21.657%
LR9MC5	3.699%
LR9MC6	15.956%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC7	13.145%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC8	12.445%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC9	16.110%

- Learning Rate dan Momentum Model 8-6-1 (Percobaan 2 Testing)

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC1	8.581%
LR1MC2	12.902%
LR1MC3	2.331%
LR1MC4	17.351%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC5	13.315%
LR1MC6	21.308%
LR1MC7	7.610%
LR1MC8	17.836%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC9	5.978%
LR2MC1	3.745%
LR2MC2	17.065%
LR2MC3	22.267%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR2MC4	15.289%
LR2MC5	5.567%
LR2MC6	11.963%
LR2MC7	19.691%
LR2MC8	19.815%
LR2MC9	7.732%
LR3MC1	26.185%
LR3MC2	20.636%
LR3MC3	10.287%
LR3MC4	9.511%
LR3MC5	6.306%
LR3MC6	4.055%
LR3MC7	19.741%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR3MC8	11.644%
LR3MC9	2.399%
LR4MC1	11.867%
LR4MC2	3.227%
LR4MC3	18.900%
LR4MC4	3.406%
LR4MC5	12.877%
LR4MC6	5.017%
LR4MC7	11.261%
LR4MC8	9.185%
LR4MC9	8.493%
LR5MC1	14.064%
LR5MC2	18.076%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR5MC3	6.116%
LR5MC4	9.781%
LR5MC5	7.957%
LR5MC6	9.979%
LR5MC7	11.054%
LR5MC8	3.795%
LR5MC9	2.667%
LR6MC1	13.005%
LR6MC2	10.894%
LR6MC3	32.999%
LR6MC4	11.526%
LR6MC5	5.652%
LR6MC6	13.845%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR6MC7	19.087%
LR6MC8	26.168%
LR6MC9	13.006%
LR7MC1	1.407%
LR7MC2	7.975%
LR7MC3	16.417%
LR7MC4	16.420%
LR7MC5	24.466%
LR7MC6	19.452%
LR7MC7	22.333%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR7MC8	11.029%
LR7MC9	6.455%
LR8MC1	19.219%
LR8MC2	14.318%
LR8MC3	20.779%
LR8MC4	9.065%
LR8MC5	5.364%
LR8MC6	9.929%
LR8MC7	14.096%
LR8MC8	9.355%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR8MC9	7.366%
LR9MC1	20.002%
LR9MC2	3.272%
LR9MC3	8.033%
LR9MC4	16.971%
LR9MC5	10.950%
LR9MC6	18.283%
LR9MC7	7.911%
LR9MC8	14.576%
LR9MC9	2.174%

- Learning Rate dan Momentum Model 8-6-1 (Percobaan 3 Testing)

Indeks LR dan Momentum	Error
LR1MC1	13.682%
LR1MC2	16.342%
LR1MC3	16.990%
LR1MC4	9.429%
LR1MC5	11.446%
LR1MC6	17.621%
LR1MC7	4.820%
LR1MC8	4.276%
LR1MC9	13.734%
LR2MC1	2.923%
LR2MC2	2.733%
LR2MC3	14.662%
LR2MC4	9.651%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR2MC5	11.250%
LR2MC6	1.592%
LR2MC7	3.284%
LR2MC8	27.036%
LR2MC9	28.064%
LR3MC1	4.530%
LR3MC2	8.994%
LR3MC3	17.031%
LR3MC4	11.045%
LR3MC5	2.394%
LR3MC6	16.901%
LR3MC7	17.578%
LR3MC8	15.570%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR3MC9	10.101%
LR4MC1	9.892%
LR4MC2	24.434%
LR4MC3	20.953%
LR4MC4	7.410%
LR4MC5	13.661%
LR4MC6	13.374%
LR4MC7	9.108%
LR4MC8	11.766%
LR4MC9	8.578%
LR5MC1	14.515%
LR5MC2	8.028%
LR5MC3	6.544%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR5MC4	10.369%
LR5MC5	17.523%
LR5MC6	10.141%
LR5MC7	4.722%
LR5MC8	9.406%
LR5MC9	6.479%
LR6MC1	20.891%
LR6MC2	3.364%
LR6MC3	19.261%
LR6MC4	17.605%
LR6MC5	2.509%
LR6MC6	2.885%
LR6MC7	9.210%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR6MC8	3.947%
LR6MC9	6.039%
LR7MC1	7.700%
LR7MC2	4.853%
LR7MC3	14.553%
LR7MC4	5.324%
LR7MC5	22.521%
LR7MC6	9.883%
LR7MC7	6.280%
LR7MC8	9.322%
LR7MC9	16.597%
LR8MC1	12.317%
LR8MC2	14.426%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR8MC3	3.639%
LR8MC4	16.602%
LR8MC5	6.419%
LR8MC6	20.606%
LR8MC7	2.914%
LR8MC8	4.354%
LR8MC9	10.187%
LR9MC1	13.398%
LR9MC2	15.630%
LR9MC3	27.932%
LR9MC4	13.994%
LR9MC5	2.546%
LR9MC6	17.631%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC7	19.642%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC8	10.785%

Indeks LR dan Momentum	Error
LR9MC9	11.081%

- Perbandingan Hasil Peramalan dengan Data Aktual

Aktual	Peramalan	Error	Aktual	Peramalan	Error	Aktual	Peramalan	Error
1137	1133.848	0.277%	1178.5	1166.81	0.992%	1222	1233.166	0.914%
1141	1165.697	2.164%	1191.25	1185.633	0.472%	1241.25	1239.329	0.155%
1145	1149.709	0.411%	1204	1210.431	0.534%	1260.5	1260.615	0.009%
1149	1139.861	0.795%	1208.5	1222.127	1.128%	1279.75	1283.501	0.293%
1153	1155.969	0.257%	1213	1228.807	1.303%	1299	1303.228	0.325%
1165.75	1164.578	0.101%	1217.5	1230.953	1.105%	1295.5	1319.937	1.886%

Aktual	Peramalan	Error	Aktual	Peramalan	Error	Aktual	Peramalan	Error
1292	1315.97	1.855%	1294	1311.252	1.333%	1583	1554.456	1.803%
1288.5	1306.975	1.434%	1304	1312.513	0.653%	1591	1559.365	1.988%
1285	1302.133	1.333%	1314	1317.531	0.269%	1599	1571.567	1.716%
1275.5	1302.628	2.127%	1324	1331.593	0.574%	1603	1580.026	1.433%
1266	1273.693	0.608%	1334	1346.277	0.920%	1607	1570.853	2.249%
1256.5	1268.041	0.918%	1365	1354.113	0.798%	1611	1576.701	2.129%
1247	1273.73	2.144%	1396	1401.655	0.405%	1615	1588.62	1.633%
1260	1265.074	0.403%	1427	1430.527	0.247%	1621.5	1591.942	1.823%
1273	1284.622	0.913%	1458	1446.753	0.771%	1,628	1595.079	2.022%
1286	1301.296	1.189%	1485.25	1470.647	0.983%	1634.5	1600.398	2.086%
1299	1310.992	0.923%	1512.5	1505.59	0.457%	1641	1605.885	2.140%
1297.75	1319.996	1.714%	1539.75	1523.436	1.059%	MAPE		1.153%
1296.5	1328.391	2.460%	1567	1536.149	1.969%			
1295.25	1321.08	1.994%	1575	1557.612	1.104%			

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kesimpulan dan saran ini akan menjelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil uji coba dan analisis pembahasan pada seluruh proses pengerjaan tugas akhir serta akan diuraikan mengenai saran terhadap perusahaan dan pengembangan selanjutnya dari penelitian yang dilakukan

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari tugas akhir yang telah dikerjakan, didapatkan kesimpulan yang juga ditarik berdasarkan tujuan awal pengerjaan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Metode *Artificial Neural Network* dapat diterapkan untuk peramalan jumlah konsumsi minyak bumi di Indonesia
2. Model peramalan terbaik yang dapat digunakan dalam peramalan minyak bumi di Indonesia dipengaruhi oleh 8 periode sebelumnya (32 bulan sebelumnya)
3. Tingkat akurasi yang didapatkan dari rata rata *error* perbandingan data aktual dan data peramalan(MAPE) menggunakan ANN yaitu sebesar 1.153%.

7.2. Saran

Saran yang dihasilkan dari penarikan kesimpulan dan batasan masalah dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Proses pelatihan dan pengujian pada penelitian ini menggunakan tools matlab dengan kode terpisah. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan sebuah aplikasi peramalan.
2. Dapat digunakan metode neural network selain metode backpropagation untuk mengetahui perbandingan performa hasil peramalan

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harian Kompas, “Indonesia Di Ambang Krisis Energi,” BUMN, 12 March 2015. [Online]. Available: <http://www.bumn.go.id/emi/berita/29/Indonesia.Di.Ambang.Krisis.Energi>. [Diakses February 2016].
- [2] Indonesia-Investements, “Minyak Bumi,” 2015. [Online]. Available: <http://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/minyak-bumi/item267>. [Diakses 21 February 2016].
- [3] “Statistical of Review World Energy,” British Petroleum, June 2015. [Online]. Available: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>. [Diakses 2016].
- [4] Mehmet Efe Biresselioglu, Tezer Yelkenci, “Scrutinizing the Causality Relationships Between Prices, Production and Consumption of Fossil Fuels: A Panel Data Approach,” 2016.
- [5] I. Adnyana, “Penerapan Bootstrap pada Neural Network untuk Peramalan Produksi Minyak Mentah di Indonesia,” 2012. [Online]. [Diakses 01 October 2015].
- [6] A. Nourislam, “Analisis dan Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan - Propagasi Balik dalam

Memprediksi Produksi dan Konsumsi Minyak Bumi, Gas Bumi, dan Batu Bara di Indonesia,” 2014.

- [7] J. E. Biegel, Pengendalian Produksi Suatu Pendekatan Kuantitatif, Jakarta: Akademika Presindo, 1999.
- [8] E. S. Buffa, Manajemen Operasi dan Produksi Modern, Jakarta: Binarupa Aksara, 1996.
- [9] Makridakis, Wheelwright dan McGee, Metode dan Aplikasi Peramalan, Jakarta: Binarupa Aksara, 1999.
- [10] L. V. Fausett, Fundamentals of neural networks (1st ed.), Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1994.
- [11] S. Haykin, Neural Network: A Comprehensive Foundation, New Jersey: Tom Robbins, 1999.
- [12] S. Kusumadewi, Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & EXCEL LINK, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [13] W. Anggraeni, “Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Peramalan Permintaan Barang,” *Jurusan Sistem Informasi ITS*, vol. V, pp. 99-105, 2006.
- [14] Suyanto, Intelijensia Buatan, Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, 2002.
- [15] S. C. Chapra dan R. P. Canale, “Interpolation,” dalam *Numerical Methods for Engineers*, New York, The McGraw-Hill Companies, 2010, p. 488.

- [16] Yong-kuo Liu; Fei Xie; Chun-li Xie; Hong Xia, "Prediction of time series of NPP operating parameters using dynamic model based on BP neural network," 2015.
- [17] H. Demuth dan M. Beale, *Neural Network Toolbox User's Guide*, Mathworks, Inc, 200.
- [18] S. MOSHIRI dan N. CAMERON, "Neural Network Versus Econometric Models in Forecasting," *Journal of Forecasting*, vol. 19, pp. 201-217, 2000.
- [19] J. E. Hanke dan D. W. Wichern, *Business Forecasting* 9th edition, Prentice Hall, 2009.
- [20] S. Makrikadis, S. C. Wheelwright dan R. J. Hyndman, *Forecasting : Methods and Applications* 3rd edition, John Wiley & Sons, 1998.
- [21] S. Makridakis, *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Jakarta: Airlangga, 1998.
- [22] S. Samarasinghe, *Neural Network for Applied Sciences and Engineering*, Aurebach Publication, 2006.
- [23] J. H. d. M. Kamber, *Data Mining Concept and Techniques*, San Fransisco: Morgan Kaufman, 2006.
- [24] S. N. Sivanandam dan M. Paulraj, *Introduction to Artificial Neural Network*, New Delhi: Vikas Publishing House, 2009.

- [25] D. T. Larose, *Discovering Knowledge in Data*, United States: Wiley-Interscience, 2004.
- [26] U.S Energy Information Administration, “Independent Statistic & Analysis,” 2015. [Online]. Available: <https://www.eia.gov/>. [Diakses Januari 2016].

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Balikpapan pada tanggal 2 Desember ini merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri 015 Balikpapan Timur, SMP Negeri 5 Balikpapan, dan SMA Negeri 1 Balikpapan. Setelah menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Sistem Informasi FTIF-ITS tahun angkatan 2012 dengan NRP 5212100181. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti kegiatan kemahasiswaan di Lembaga

Dakwah Kampus dan Lembaga Dakwah Jurusan dibuktikan dengan menjadi pengurus harian JMMI ITS maupun KISI Sistem Informasi. Selain itu penulis juga pernah aktif di ormawa Badan Eksekutif Mahasiswa sebagai volunteer Forum Perempuan ITS.

Di Jurusan Sistem Informasi, penulis mengambil bidang minat Laboratorium Rekayasa Data dan Inteligensi Bisnis (RDIB) dengan topik peramalan dalam pengerjaan tugas akhir di bawah bimbingan Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T. Penulis dapat dihubungi melalui email dessy.puspa.s@gmail.com.